

Aus der Abteilung für Klinische Prothetik des
Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin
(Leiter: Professor Dr. Karl Eichner)

**Vergleichende Untersuchungen von vier Methoden zur
Bestimmung der sagittalen Unterkieferlage
beim Zahnlosen unter besonderer Berücksichtigung der
„funktionellen Relationsbestimmung“ nach FEHR**

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Jörg-Peter Husemann
aus Berlin

1977

Aus der Abteilung für Klinische Prothetik des
Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin
(Leiter: Professor Dr. Karl Eichner)

**Vergleichende Untersuchungen von vier Methoden zur
Bestimmung der sagittalen Unterkieferlage
beim Zahnlosen unter besonderer Berücksichtigung der
„funktionellen Relationsbestimmung“ nach FEHR**

Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Zahnarzt Jörg-Peter Husemann
aus Berlin

Referent: Professor Dr. med. dent. K. Eichner
Koreferent: Professor Dr. med. dent. G. Haase

**Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund-
und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin**

Promoviert am 14.12.1977

Druck: H. Franzen, 1000 Berlin 21, Tel.: 391 23 25

Detailliertes Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Themenstellung und Aufgabenstellung	2
3.	Thema 1: Die Bedeutung der...	3
4.	Thema 2: Die Bedeutung der...	4
5.	Thema 3: Die Bedeutung der...	5
6.	Thema 4: Die Bedeutung der...	6
7.	Thema 5: Die Bedeutung der...	7
8.	Thema 6: Die Bedeutung der...	8
9.	Thema 7: Die Bedeutung der...	9
10.	Thema 8: Die Bedeutung der...	10
11.	Thema 9: Die Bedeutung der...	11
12.	Thema 10: Die Bedeutung der...	12
13.	Thema 11: Die Bedeutung der...	13
14.	Thema 12: Die Bedeutung der...	14
15.	Thema 13: Die Bedeutung der...	15
16.	Thema 14: Die Bedeutung der...	16
17.	Thema 15: Die Bedeutung der...	17
18.	Thema 16: Die Bedeutung der...	18
19.	Thema 17: Die Bedeutung der...	19
20.	Thema 18: Die Bedeutung der...	20
21.	Thema 19: Die Bedeutung der...	21
22.	Thema 20: Die Bedeutung der...	22
23.	Thema 21: Die Bedeutung der...	23
24.	Thema 22: Die Bedeutung der...	24
25.	Thema 23: Die Bedeutung der...	25
26.	Thema 24: Die Bedeutung der...	26
27.	Thema 25: Die Bedeutung der...	27
28.	Thema 26: Die Bedeutung der...	28
29.	Thema 27: Die Bedeutung der...	29
30.	Thema 28: Die Bedeutung der...	30
31.	Thema 29: Die Bedeutung der...	31
32.	Thema 30: Die Bedeutung der...	32
33.	Thema 31: Die Bedeutung der...	33
34.	Thema 32: Die Bedeutung der...	34
35.	Thema 33: Die Bedeutung der...	35
36.	Thema 34: Die Bedeutung der...	36
37.	Thema 35: Die Bedeutung der...	37
38.	Thema 36: Die Bedeutung der...	38
39.	Thema 37: Die Bedeutung der...	39
40.	Thema 38: Die Bedeutung der...	40
41.	Thema 39: Die Bedeutung der...	41
42.	Thema 40: Die Bedeutung der...	42
43.	Thema 41: Die Bedeutung der...	43
44.	Thema 42: Die Bedeutung der...	44
45.	Thema 43: Die Bedeutung der...	45
46.	Thema 44: Die Bedeutung der...	46
47.	Thema 45: Die Bedeutung der...	47
48.	Thema 46: Die Bedeutung der...	48
49.	Thema 47: Die Bedeutung der...	49
50.	Thema 48: Die Bedeutung der...	50
51.	Thema 49: Die Bedeutung der...	51
52.	Thema 50: Die Bedeutung der...	52
53.	Thema 51: Die Bedeutung der...	53
54.	Thema 52: Die Bedeutung der...	54
55.	Thema 53: Die Bedeutung der...	55
56.	Thema 54: Die Bedeutung der...	56
57.	Thema 55: Die Bedeutung der...	57
58.	Thema 56: Die Bedeutung der...	58
59.	Thema 57: Die Bedeutung der...	59
60.	Thema 58: Die Bedeutung der...	60
61.	Thema 59: Die Bedeutung der...	61
62.	Thema 60: Die Bedeutung der...	62
63.	Thema 61: Die Bedeutung der...	63
64.	Thema 62: Die Bedeutung der...	64
65.	Thema 63: Die Bedeutung der...	65
66.	Thema 64: Die Bedeutung der...	66
67.	Thema 65: Die Bedeutung der...	67
68.	Thema 66: Die Bedeutung der...	68
69.	Thema 67: Die Bedeutung der...	69
70.	Thema 68: Die Bedeutung der...	70
71.	Thema 69: Die Bedeutung der...	71
72.	Thema 70: Die Bedeutung der...	72
73.	Thema 71: Die Bedeutung der...	73
74.	Thema 72: Die Bedeutung der...	74
75.	Thema 73: Die Bedeutung der...	75
76.	Thema 74: Die Bedeutung der...	76
77.	Thema 75: Die Bedeutung der...	77
78.	Thema 76: Die Bedeutung der...	78
79.	Thema 77: Die Bedeutung der...	79
80.	Thema 78: Die Bedeutung der...	80
81.	Thema 79: Die Bedeutung der...	81
82.	Thema 80: Die Bedeutung der...	82
83.	Thema 81: Die Bedeutung der...	83
84.	Thema 82: Die Bedeutung der...	84
85.	Thema 83: Die Bedeutung der...	85
86.	Thema 84: Die Bedeutung der...	86
87.	Thema 85: Die Bedeutung der...	87
88.	Thema 86: Die Bedeutung der...	88
89.	Thema 87: Die Bedeutung der...	89
90.	Thema 88: Die Bedeutung der...	90
91.	Thema 89: Die Bedeutung der...	91
92.	Thema 90: Die Bedeutung der...	92
93.	Thema 91: Die Bedeutung der...	93
94.	Thema 92: Die Bedeutung der...	94
95.	Thema 93: Die Bedeutung der...	95
96.	Thema 94: Die Bedeutung der...	96
97.	Thema 95: Die Bedeutung der...	97
98.	Thema 96: Die Bedeutung der...	98
99.	Thema 97: Die Bedeutung der...	99
100.	Thema 98: Die Bedeutung der...	100
101.	Thema 99: Die Bedeutung der...	101
102.	Thema 100: Die Bedeutung der...	102

Meinen Eltern





Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Übersicht über das Schrifttum	3
2.1. Die mechanisch-anatomische Betrachtungsweise	4
2.2. Die biologisch-physiologische Betrachtungsweise	5
2.3. Das Gnathologische Konzept	13
3. Eigene Untersuchungen	16
3.1. Patientengut	16
3.2. Beschreibung der einzelnen Registrierungsmethoden	17
3.2.1. Die funktionelle Relationsbestimmung nach FEHR	17
3.2.2. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage durch intraorale Pfeilwinkeltechnik mit Registrierplatten nach Angaben von McGRANE	19
3.2.3. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage durch intraorale Pfeilwinkeltechnik mit Registrierplatten nach Angaben von SCHREINEMAKERS	22
3.2.4. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage mit Hilfe von Adduktionsbewegungen	24
3.3. Versuchsanordnung zur Auswertung der Registrierungen	24

3.4.	Auswertung der Registrierungen	29
3.5.	Ergebnisse	31
3.5.1.	Methode nach FEHR	32
3.5.2.	Methode nach GERBER	32
3.5.3.	Methode nach SCHREINEMAKERS	32
3.5.4.	Bestimmung mittels Adduktionsbewegungen	32
3.5.5.	Überprüfung der Reproduzierbarkeit	33
3.5.6.	Überprüfung eventueller Abhängigkeiten der einzelnen Methoden untereinander anhand der Punktediagramme	33
4.	Diskussion	34
5.	Zusammenfassung	42
6.	Literatur	44
7.	Anhang, Tabellen und Diagramme	57

1. Einleitung

Bei der Wiederherstellung der Kaufunktion durch totalen Zahnersatz sind für den Erfolg unter anderem zwei Maßnahmen von besonderer Wichtigkeit entscheidend: die richtige Bestimmung der Vertikaldimension oder Bißhöhe und die Bestimmung der Horizontaldimension. Hierbei kommt der sagittalen Kieferbeziehung eine besondere Bedeutung zu. Die Vielfalt der Methoden und die zahlreichen praktischen Hinweise zur Bißregistrierung beim zahnlosen Patienten kennzeichnen die Schwierigkeiten, die Haltung des Kiefers in seiner ursprünglichen Schlußbißstellung zu bestimmen. Das Aufzeichnen dieser Unterkieferlage wird in erster Linie durch die Eigenart der gelenkigen Verbindung zwischen Unterkiefer und Schädelbasis erschwert, die eine Vielzahl von möglichen Stellungen der Mandibula zum Oberkiefer gestattet.

Die Entwicklung der zahnärztlichen Prothetik wurde in den letzten Jahren durch die Gnathologie in hohem Maße angeregt. Dies führte dazu, daß jeder Zahnarzt sich heute die Frage stellt, mit welcher der dem wissenschaftlichen Stand entsprechenden Arbeitsmethode die in der Prothetik gestellten Aufgaben zu lösen sind. Bei diesen Erwägungen wird er nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse und Notwendigkeiten berücksichtigen müssen, sondern auch zu prüfen haben, ob unter Beachtung rationeller Arbeitsweisen eine in Frage kommende Methode in den Rahmen der täglichen Praxis eingeordnet und auf Dauer angewendet werden kann.

In der vorliegenden Arbeit sollen vier verschiedene Methoden

zur Bestimmung der sagittalen Unterkieferlage miteinander verglichen und auf ihre Reproduzierbarkeit an Patienten überprüft werden. Dabei handelt es sich um die individuelle Relationsbestimmung nach FEHR, die Bestimmung der Unterkieferlage durch Aufzeichnen des "gotischen Bogens" mit je einem Registrierset nach SCHREINER-MAKERS und GERBER sowie die Bestimmung der Unterkieferlage mit Hilfe von Adduktionsbewegungen.

2. Übersicht über das Schrifttum

Die Bedeutung der sagittalen Kieferbeziehungen gab schon immer Anlaß zu Untersuchungen, die einen umfangreichen literarischen Niederschlag fanden. Bereits 1925 führte M.MÜLLER in seinem Werk "Grundlagen und Aufbau des Artikulationsproblems im natürlichen und künstlichen Gebisse" 587 Arbeiten von 304 Autoren an (62). Ein historischer Abriß und eine Darstellung der verschiedenen Arbeitsweisen ist in den Arbeiten von REICHENBACH (70) und REICHENBACH und HAGEN (71) zu finden, die den Versuch unternommen haben, die unterschiedlichen Anschauungen in verschiedene Epochen einzuteilen. Danach gibt es bei der Bestimmung der sagittalen Lagebeziehungen zwischen Ober- und Unterkiefer im wesentlichen zwei grundlegende Arbeitsweisen: das Registrieren der Unterkieferlage nach mechanisch-anatomischen Erkenntnissen und die Registrierung unter Berücksichtigung biologisch-physiologischer Gesichtspunkte.

Erste Angaben über die Art einer Bißregistrierung vor Anfertigung eines totalen Zahnersatzes stammen von PFAFF (1756), der den Patienten in ein Stück Wachs beißen läßt, um so einen Anhalt für die Lage des Unterkiefers und die Aufstellung der künstlichen Zähne zu haben (64).

Die Erfahrung zeigt, daß der Patient mit den fertigen, eben eingesetzten Prothesen sehr häufig "zurückbeißt", d.h., daß bei der Bestimmung der Unterkieferlage eine Tendenz zum Vorschub besteht. Diesem Vorschieben des Unterkiefers muß entgegengewirkt werden. BURRAS (1961) läßt deshalb den Zahnlo-

sen schlucken und hält die "relative Position dieses Moments" fest (8), während BUCKINGHAM (1862) durch Handdruck auf das Kinn im Moment des Schließens der Kiefer zum Erfolg kommen will (7).

2.1. Die mechanisch-anatomische Betrachtungsweise

Die mechanisch-anatomisch begründeten Vorstellungen beruhen vor allen Dingen auf den Untersuchungen GYSI's (31,32). Der Kernpunkt seiner Lehre liegt in der Auffassung, daß die Kiefergelenke unter Mitwirkung der Schneidezahnführung die Kaugewebungen bestimmen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der individuellen Bestimmung der Kondylenbahnen durch Messung sowie die Anpassung der Höhe und Neigung der Höcker der künstlichen Zähne an die gefundenen Werte. GYSI stellt schon 1908 fest, daß graphisch festgehaltene Seitwärts- oder Mahlbewegungen, wenn sie bis zu einer gewissen Ermüdung wiederholt werden, einen klar ausgeprägten sogenannten Seitbißwinkel oder "Spitzbogen" produzieren (31), der später auch "gotischer Bogen", "Pfeilwinkel" oder "Symphysenbahnwinkel" genannt wird. Den Scheitel dieses Winkels sieht GYSI als die gesuchte "normale Rückwärtslage", also die Grundstellung des Unterkiefers in der Sagittalen an und nennt sie "die normale Schlußbißstellung im Ruhebiß". Dabei befinden sich die Kondylen im Zenit der Fossa articularis. Allerdings erkennt auch GYSI, daß aus dieser sog. Zentralokklusion heraus noch eine Rückwärtsbewegung (Retrallage)

möglich ist. Diese wird auch von FEHR (1921), M.MÜLLER (1925), WILD (1950) und KEMÉNY und REHAK (1958) angegeben, aber mit der Einschränkung verbunden, sie prothetisch auszunutzen (17,49,62,87).

Als wertvollste Eigenschaften der Pfeilwinkelspitze bei der Suche nach einem verlässlichen Bezugspunkt gelten ihre Eindeutigkeit und Reproduzierbarkeit. Dieser Umstand in Verbindung mit der Fertigkeit, die es dem Patienten nach einiger Übung ermöglichen soll, den Unterkiefer aus der Retrallage heraus bis zu einer Öffnung von ca. 20 mm scharnierartig und nicht in einer Translationsbewegung zu führen, wird von einer Gruppe amerikanischer und skandinavischer Autoren (LUCIA, LAURITZEN, POSSELT) zum Registrieren der sagittalen und vertikalen Lagebeziehungen verwandt (57,58, 65,66,67). Das Aufzeichnen und Übertragen der Scharnierachse oder "hinge axis" (McCOLLUM), also einer imaginären Achse, welche die Rotationszentren beider Kondylen miteinander verbindet, hat den Vorteil, daß die Scharnierachse der Kiefergelenke mit der Achse des Artikulators in Übereinstimmung gebracht werden kann (60). Dadurch werden Veränderungen in der Bißhöhe im Schwenkbereich der Achse möglich, da Rotationsbewegungen im Artikulator nachgeahmt werden können.

2.2. Die biologisch-physiologische Betrachtungsweise

Zur Bestimmung der erstrebten Relation von Oberkiefer zu Unterkiefer nach biologisch-physiologischen Gesichtspunk-

ten wird in der Hauptsache die Muskelfunktion herangezogen. Hier liegt die Auffassung zugrunde, daß die Bewegungen nicht von den Gelenken diktiert oder durch die Zähne bestimmt werden, sondern, wie BALTERS meint, "durch die Funktion im Sinne der Koordination aller Bewegungen bewirkenden Elemente" (1,2). SILVERMAN (1957) sieht den führenden Faktor ebenfalls nicht in den Kiefergelenken (79), und auch SHEPPARD (1959) negiert die "Diktatur der Kondylen" (78). Nach BALTERS (1953) handelt es sich bei dem Problem der Artikulation um eine biologische Frage, welche nur in der Ganzheit ihre Beantwortung finden kann (1). In einer späteren Arbeit (1956) prägt er den Begriff der "peripheren Lenkung und der zentralen Steuerung" (2). Dies kommt der Ansicht STRACK's nahe (1946), nach der die Kiefergelenke und Zähne nur einen passiven Führungsfaktor, die Kaumuskulatur aber den aktiven darstellen (82). Aus muskelphysiologischen Überlegungen empfehlen GYSI und KÖHLER (1929) unter den "Regeln zur Erlangung eines Bisses in zentraler Okklusion" den sog. Massetergriff oder Temporalisgriff nach GREEN. Hierbei wird postuliert, daß zur "richtigen" zentralen Okklusion die maximale, symmetrische Kontraktion der beiden Muskelpaare gehört (zit.n.71). Entsprechende Empfehlungen werden später von GROHS (1934), S.LOOS (1946), REICHENBACH (1952), SASLABSKI und KUSMENKO (1953), KANTOROWICZ (1955), HÄUPL (1959) u.a. gegeben (zit. n.71).

Eine andere Methode, welche auf dem Synergismus von willkürlich bewegten Muskeln und Retraktoren des Unterkiefers

beruht, ist die am oberen hinteren Basisplattenrand angebrachte Wachskugel nach WALKHOFF (1926-86). Hierher gehört auch das Mundwinkelphänomen nach KÖHLER (50), wonach beim Spitzen des Mundes und anschließender Aufforderung, die Kiefer zu schließen, der Unterkiefer in eine sog. propulsive Okklusionsstellung kommt, während beim beiderseitigen Zurückziehen der Mundwinkel und anschließendem Kieferschluß entweder die Zentralokklusion eingenommen wird oder ein retropulsiver Kontakt zustandekommt.

Die beobachteten Mißerfolge mit Prothesen, die in rückwärtigster Unterkieferrelation konstruiert wurden, ließen folgerichtig die Forderung nach einer habituellen, "bequemen, kaubrauchbaren" Relation auftauchen (UHLIG 1970-84).

Während HANAU (1923) ganz allgemein eine spannungslose, bequeme Unterkieferlagerung in der Zentralokklusion fordert (35), plädiert SCHUYLER (1929) für eine Position ca. 1 mm vor der graphisch ermittelten Unterkieferstellung (77). Er begründet dies mit der zu erwartenden Protheseneinlagerung und der damit verbundenen Bißsenkung mit entsprechender Vorwärtsbewegung des Unterkiefers (Rotation um die Kondylenachse), die sich umso nachhaltiger bemerkbar macht, je nachgiebiger die Schleimhaut ist. Im gleichen Jahr stellt HALL fest, daß das wirkliche funktionelle Zentrum gelegentlich von der Pfeilspitze verschieden, also willkürlich geschaffen ist (34).

McLEAN (1942) und später McGRANE (zit.n.6) bevorzugen zur Erlangung einer normalen unangespannten prothetischen Lagebestimmung leichte rhythmische Schließbewegungen unter völli-

ger Entspannung (sog. champing oder tapping), wie es auch von KÜRBER E. angegeben wird (53). Registriert man diese Bewegungen, so ergeben sich ein oder mehrere, dicht beieinander liegende Punkte vor der Pfeilwinkelspitze. Diese Ergebnisse werden durch die Untersuchungen POSSELT's bestätigt (1952 u. 1956-65,66), der feststellt, daß sich die eigentliche Verzahnungslage (intercuspal position) der natürlichen Gebisse in einem Spielraum von durchschnittlich $1,25 \pm 1,0$ mm vor der posterioren Grenzlage (= Pfeilwinkelspitze = centric relation) befindet. Nur in 12 % von 50 Fällen stimmen die posteriore Grenzlage und die intercuspal position überein. Zu entsprechenden Ergebnissen kommen auch HODGE und MOHAN (38), HUPFAUF (46), SAUER (74), HORN und VETTER (40) und TRAGE (82).

Angeregt durch die Untersuchungen POSSELT's legt JAHN (1956) die "habituelle Zentralokklusion" 0,5 bis 0,75 mm vor die Pfeilwinkelspitze (47). Diesem Vorschlag folgt auch GERBER, der die Fixierung in einer Lage vornimmt, die einem Mittelwert der verschiedenen registrierten Schlußbißstellungen entspricht (zit. n. 44).

BRILL (1957-6), BAR und BRILL (1959-3) erklären das Problem der habituellen Relation mit der Abhängigkeit der Kieferbeziehungen von der Aktivität des gesamten neuromuskulären Mechanismus des Kauorgans und rücken diesen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Die "centric occlusion" sei im natürlichen Gebiß das Ergebnis von neuromuskulären, neuroartikulären und neuroperiodontalen, beim zahnlosen Patienten entsprechend neuromucosalen Reflexfunktionen.

"Die Entwicklung der heute gebräuchlichen Gelenkartikulatoren liegt um viele Jahrzehnte zurück" stellt GERBER (1951) dazu fest. In dieser Epoche wurden "Registriergeräte, Kartonschablonen, Zirkel und Reißbrett zum Rüstzeug der prothetischen Forschung und Stützung der Theoretik gebraucht". Wenn die klassische Prothetik ihre wissenschaftliche Dokumentation in einer "Unsumme von Berechnungen, Zahlen und Tabellen über Facettenwinkel und Gelenkbahneigung gesucht und irrtümlicherweise auch gefunden habe", so sei es doch ganz natürlich, wieder einmal daran erinnert zu werden, daß es dieses "verwirrende, winkligzackige Facettensystem in dieser theoretischen Hochzucht in der Natur überhaupt nicht gibt und auch nicht geben kann, weil die Natur mit Materialien und Kräften arbeitet, die weit über dem stehen, was sich mit Zirkel und Reißbrett darstellen läßt" (25).

HROMATKA (1961) berücksichtigt bei der Bestimmung der Schlußbißlage den Schluckakt, denn "der Schluckakt zählt zu den unbedingten Reflexen" (41,42,43). Schlucken ist aber nur mit abgestütztem Unterkiefer möglich, was in der Regel am Oberkiefer erfolgt. Dabei nehmen die Kiefer die Zentralokklusion ein. "Die Zentralokklusion ist jene Bißlage, die beim Kieferschluß im Reflexgeschehen eingenommen wird" (42).

HROMATKA sieht die Ursache für die Schwierigkeit bei der Bißnahme darin, daß der Patient Bewegungen, die im allgemeinen unwillkürlich ablaufen, willkürlich ausführen soll. "Wenn aus einem komplexen Bewegungsgeschehen eine einzelne Bewegung herausgelöst und nach Vorschrift, d.h. bewußt durch-exerziert wird, dann kommt es leicht zu verkrampten Haltun-

gen einzelner Muskeln und damit ist die Fehlleistung da" (42).

HILTEBRANDT (1929) kommt nach genauen Beobachtungen zu der Erkenntnis, daß in der Okklusion in natürlichen Gebissen eine kleine Bewegungsfreiheit vorhanden ist, die er als "Okklusionsfeld" bezeichnet (38). Er sieht die Aufgabe des Zahnarztes darin, "unter Beachtung der statisch-dynamischen Wirkungen, die durch das Muskelsystem bedingt sind, den Spielraum so weitläufig zu gestalten, daß die schwankenden Bewegungen der Gebißplatten sich frei auswirken können" (zit.n.72). Nach seiner Meinung muß das Okklusionsfeld im künstlichen Gebiß wegen der unsicheren Lage der Prothesen auf der Schleimhautunterlage größer sein als in okkludierenden, natürlichen Zahnreihen. Und auch HÄUPL (1959) definiert das "nicht sehr bezeichnende Wort" Zentralokklusion als eine "nicht auf Bruchteile von Millimetern bestimmte Unterkieferstellung", sondern vielmehr als einen "allerdings eng begrenzten Bereich, in dem jede Unterkieferstellung brauchbar ist" (33).

Es muß festgestellt werden, daß nicht jeder praktizierende Zahnarzt in der Lage ist, sich die aus der Artikulationslehre gewonnenen Erkenntnisse zunutze zu machen. Zurückzuführen ist dies nicht zuletzt auf die vielen, umfangreichen und komplizierten Maßnahmen. "In keinem Gebiet der Heilkunde besteht eine solche Diskrepanz zwischen Lehrmeinung und Praxis wie bei der Artikulation totaler oberer und unterer Prothesen", stellt FEHR fest (1947-18). Er empfiehlt als Methode der Wahl zur Erstellung eines Kauflächenkomplexes beim To-

talersatz die funktionelle Relationsbestimmung oder Kalottenbißnahme (18,19,20,21), bei der bei allen möglichen, individuellen Bewegungen im Kontakt eine hindernisfreie Funktion gewährleistet ist und außerdem Statik und Dynamik durch die Aufstellung flachhöckeriger Zähne nach den gewonnenen Wachswällen gefunden werden (13,15). "Sie ermöglicht uns die Berücksichtigung der individuellen Gelenkbahnneigung ohne Verwendung von Gelenkartikulatoren - sie erlaubt die Benutzung einfacher Okkludatoren ... Wir benutzen gewissermaßen den Patienten als Artikulator und vermeiden damit viele Fehlerquellen" (21). Zum Auffinden der richtigen Unterkieferhaltung wird auf eine Ermüdung der Kaumuskulatur hingezielt. Wenn der Patient den Kiefer genügend oft bewegt hat, stellt MAYER (1951) fest, spürt die führende Hand "deutlich das Eingleiten des Kieferköpfchens in seine rückwärtigste Stellung" (59).

Die Kalottenartikulation und sämtliche ähnlichen Methoden basieren auf der Erkenntnis v. SPEE's (1890), der annahm, daß die Okklusionskurve der geschlossenen Zahnreihen einen Kreisbogen darstellt, dessen Mittelpunkt auf einer, die Augenhöhlen teilenden Horizontalen am Schnittpunkt mit der Crista lacrimalis posterior liegt (80). Die Weiterführung dieses Kreisbogens vom unteren Eckzahn nach dorsal berührt die Vorderflächen des Gelenkköpfchens. V. SPEE glaubt, daß der Unterkiefer bei Vor- und Rückschubbewegungen um diesen Kreismittelpunkt rotiert, wobei alle Zähne Kontaktmöglichkeit behalten. Er fordert, sowohl im natürlichen Gebiß als auch bei Prothesen die Eckzähne zu kürzen, da sie bei exzentrischen Unter-

kieferbewegungen die Kontaktbeziehungen der Seitenzähne aufheben, was zu einer verminderten Kauleistung führt bzw. Totalprothesen instabil macht.

Auf diesen Beobachtungen wird die sphärische Theorie aufgebaut, zu deren Vertretern auch MONSON gehört. Er nimmt einen feststehenden Kugelmittelpunkt mit dem Radius 10,4 cm in der Gegend der Crista galli an, in dem sich die Verlängerungen aller Zahnachsen treffen (61). Dies berücksichtigt er bei der Entwicklung eines Artikulators, des MONSON-Kugelartikulators. Schon vor ihm benutzte VILLAIN (1914) in seinem Stabilokkludator eine Mittelwertkalotte mit dem Radius 10 cm (zit.n.13). Ebenfalls erwähnt werden müssen WILLIAMS (88) und WADSWORTH (85) sowie PATERSON (63). Letzterer gleicht in seiner Arbeitsweise am weitesten der FEHR'schen Methode. Für die Parodontaltherapie empfiehlt EISFELD (1939) eine Einschleifmethode zum Ausschalten von Fehlbelastungen, wonach die Zähne kalottenartig eingeschliffen werden sollen (16). Denn im dreidimensionalen Raum stünden feste Körper nur dann ständig unter Kontakt, wenn ihre Berührungsfläche kugelförmig sei. Die Veröffentlichungen FEHR's bringen die Diskussion um die Anwendung des Artikulatorproblems wieder in Gang. REHM (69), KÖHLER (51) und FRITZ (22) erheben Bedenken gegen die Kalottenartikulation, während DRUM (11) sie als genial bezeichnet. Es verdiene "allein die Idee, den gordischen Knoten des Artikulationsproblems auf die hier gezeigte Weise durchzuhausen, diese Bezeichnung". Anschließend Untersuchungen zu diesem Thema von HERMANN (36), MAYER (59) und STOEBE (81) bestätigen FEHR ebenfalls. Demnach ist in 80 % der Fälle, bei denen

SCHRÖDER die Anwendung von Mittelwertartikulatoren für ausreichend hält, mit der FEHR'schen Methode auszukommen.

Kathke (49) sieht deshalb "in der Anwendung der Kalottenbißnahme und der so gewonnenen individuellen Führungsbahnen (einen) Weg gewiesen, um im klinischen Unterricht wie auch in der Praxis mit verhältnismäßig einfachen Mitteln zu einem befriedigenden Ergebnis zu kommen".

2.3. Das gnathologische Konzept

Funktionelle Überlegungen und gnathologische Registrierungsmethoden haben die Diskussion um Okklusion und Artikulation wieder belebt. Insbesondere pantographische Aufzeichnungen der Grenzbewegungen des Unterkiefers erscheinen den Verfechtern dieses Konzeptes als geeignet, genauere Hinweise über Ausmaß und Richtung dieser Bewegungen zu geben. Die projizierten Bewegungen der terminalen Scharnierachse werden dabei dreidimensional ausgewertet. Die sagittale Kondylenbahnneigung, der Bennettwinkel, der Fischerwinkel, die integrierte und initiale Bennettbewegung, der seitlich versetzte Symphysenbahnwinkel und der Interkondylarabstand werden individuell bestimmt. Die Grundlagen dieser Arbeitsweise entwickelten McCOLLUM und HURLAN, gestützt auf vorausgegangene Untersuchungen von BALKWILL, BENNETT, CAMPION und GYSI (4).

1926 gründet McCOLLUM die "Gnathological Society of California", der unter anderem STALLARD und STUART angehören. Diese Gruppe untermauert die Scharnierachsenmethode wissenschaft-

lich und erfindet eine Möglichkeit, die Unterkieferbewegungen dreidimensional aufzuzeichnen. McCOLLUM und STUART entwickeln einen Artikulator, den sog. Gnathographen, der die registrierten Bewegungen speichern und wiedergeben kann.

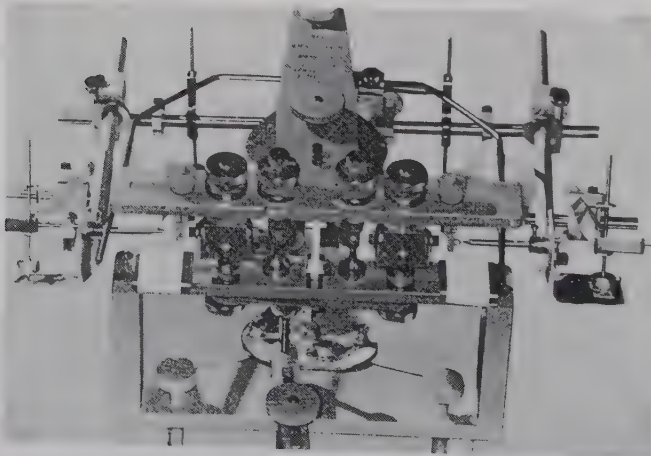
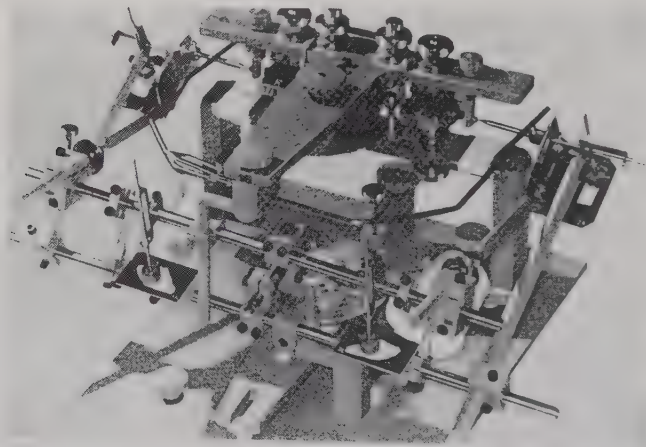


Abb. 1 u.2: STUART-Artikulator und STUART-Pantograph: Der Pantograph ist auf den Artikulator eingestellt (Vorder- und Rückansicht)

Abb.1 und 2 zeigen als Weiterentwicklung den STUART-Artikulator und den dazugehörigen STUART-Pantographen. Unter Leitung von McCOLLUM wird ein gnathologisches Konzept entwickelt, das die Bedeutung der Okklusion nicht nur für die Totalprothesenträger, sondern auch für den Teil- und Vollbezahnten herausstellt (60). Ohne Zweifel wird mit diesem Verfahren die Kluft zwischen Theorie und Praxis wieder größer und die Unsicherheit, welchem Verfahren der Vorzug zu geben ist, verstärkt. Dem hält BÖTTGER entgegen, daß jedes Vorgehen, welches "auf einer einwandfreien Festlegung der Schlußbißstellung beruht und die Unterkieferbewegungen innerhalb der physiologischen Bahnen und innerhalb der Anpassungsbreite der lebenden Gewebe berücksichtigt, gnathologisch und ein Verfahren, das diese Forderung nicht erfüllt, falsch ist" (5).

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Patientengut

Die Untersuchungen wurden an 24 Patienten der Berliner Universitätszahnklinik durchgeführt, die zwischen 50 und 78 Jahre alt waren. Das Durchschnittsalter betrug 67,3 Jahre (Tab.1).

Dauer der Zahnlosigkeit		50 - 59J.	60 - 69J.	70 - 79J.	Durchschnittsalter
Frauen	bis 5J.		1		66,8
	6 - 10J.	2	1	2	
	11-(40)J.		4	3	
Männer	bis 5J.		1		67,9
	6 - 10J.	1	3	4	
	11-(30)J.		2		

Tab. 1: Verteilung der 13 weiblichen und der 11 männlichen Probanden nach Alter und Dauer der Zahnlosigkeit

Bis auf einen Patienten (subtotaler Ersatz im Unterkiefer, Zahn 33 Bona-Anker: Proband V) waren alle Versuchspersonen mit totalem Zahnersatz im Ober- und Unterkiefer versorgt worden, den sie beschwerdefrei mindestens zwei Wochen lang getragen hatten. Ein Proband hatte zum ersten Mal totalen Zahnersatz, während die übrigen Patienten im Mittel 15 Jahre lang zahnlos waren.

3.2. Beschreibung der einzelnen Registriermethoden

3.2.1. Die funktionelle Relationsbestimmung nach FEHR

Nach Funktionsabformungen erfolgt für den Ober- und Unterkiefer die Herstellung von Basisplatten mit planen Wachswällen. Diese werden im Munde des Patienten nach der Nasoauricularlinie und der Bipupillarlinie ausgerichtet. Nach der Bestimmung der vertikalen Dimension in zentraler Relation formt man die beiden Wachswälle mit einer Mittelwertkalotte mit einem Radius von 11,5 cm aus, den oberen Wachswall mit der konkaven, den unteren mit der konvexen Seite des Instrumentes. Bei der kalottenartigen Ausformung ist jede Bißsenkung zu vermeiden. Bei der Einprobe der Wachswälle im Munde, wobei der Patient aufrecht und entspannt sitzt, soll überall in Okklusions-, Seit- und Vorschubstellung flächiger Kontakt bestehen (Abb.3).

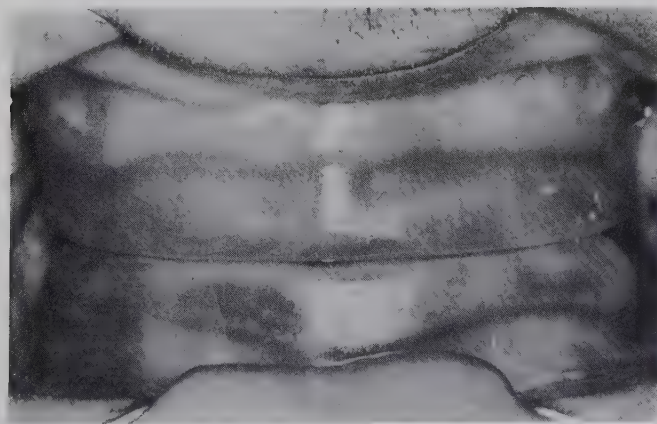


Abb. 3: Basisplatten mit Wachswällen in situ

Ist dies nicht der Fall, wird er durch Auf- oder Abtragen von Wachs erreicht, bis eine individuelle, kalottenartig gewölbte Oberfläche entsteht. Das CHRISTENSEN'sche Phänomen (9), das Klaffen der Wachswälle im Seitenbereich bei Vorschubbewegung, muß ausgeschaltet sein. Dabei kann es vorkommen, daß sich Neigung und Krümmung einer Seite von der anderen Seite unterscheiden, wie es der verschiedenen Ausprägung der Tubercula articularia entsprechen würde (68). Die Fixierung der Wachswälle erfolgt in habitueller Relation. Diese kann während der Gleitbewegungen des Unterkiefers mehrfach beobachtet werden, wobei das Eingleiten der Kondylen in ihre zentrale Stellung innerhalb der Gelenke deutlich zu spüren ist (59). Durch Einkerbungen in die Wachswälle wird diese Position markiert. Zum Verschlüsseln der Bißschablonen eignen sich U-förmig gebogene Drähte (Abb.4).

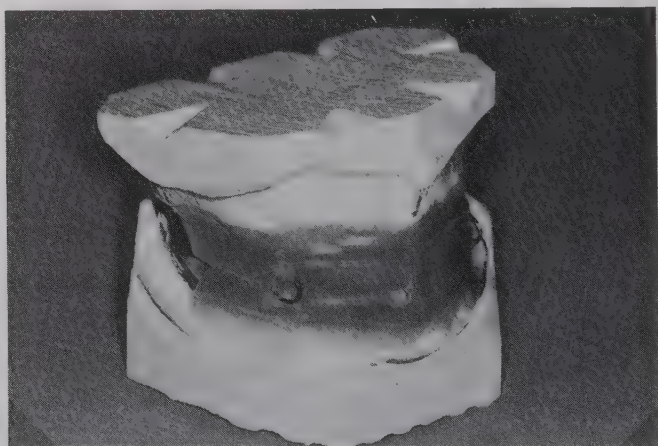


Abb. 4: Basisplatten mit Wachswällen auf dem Modell

3.2.2. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage durch intraorale Pfeilwinkeltechnik mit Registrierplatten nach Angaben von McGRANE

Nach einer provisorischen Relationsbestimmung erfolgt die Montage spezieller Registrierinstrumente auf den Basisplatten mit Wachswällen. Hierfür empfiehlt sich das Registrierset Nr. 100 nach GERBER (Abb.5).



Abb. 5: Set Nr. 100 nach GERBER: Instrumentensatz für die Totalprothetik

Das zentrale Feld der Unterkieferschreibplatte kann man mit einem Filzschreiber anfärben, wofür sich ein Edding 3000, wasserfest, sehr gut eignet. Nach Einsetzen der Schablonen in den Mund (Abb. 6) zeichnet der Patient unter Anweisung des Zahnarztes den Pfeilwinkel, indem er mit dem Unterkiefer anterior-posterior und lateral gerichtete Gleitbewegungen ausführt (Abb.7).

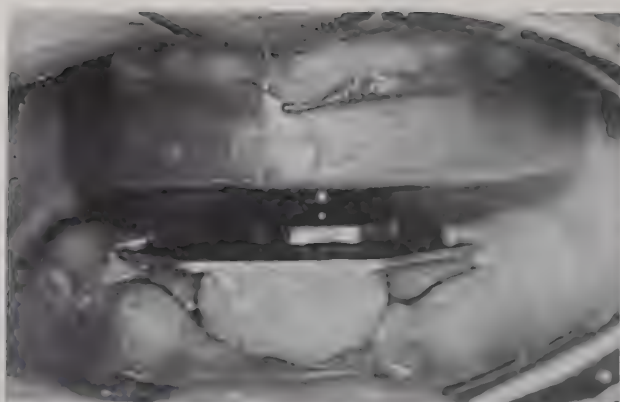


Abb. 6: Stützstift mit Registrierplatte in situ



Abb. 7: klassisch, spitze Form des Pfeilwinkels (Set Nr. 100)

Über der entstandenen Pfeilspitze wird ein Verschlusselungs-
plättchen aufgesetzt und durch Festziehen der Halteschraube

am Platz gehalten (Abb. 8).

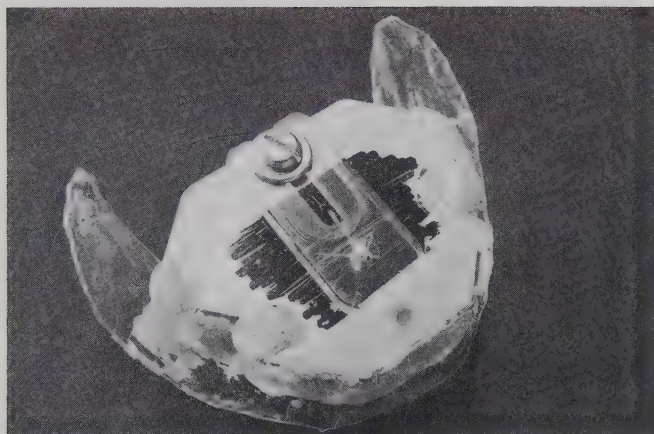


Abb. 8: Das Verschlüsselungsplättchen ist aufgesetzt und durch Festziehen der Halteschraube fixiert

Mit Gipsschlüsseln aus Abdruckgips (Abb. 9) läßt sich die Situation im Munde fixieren (30).

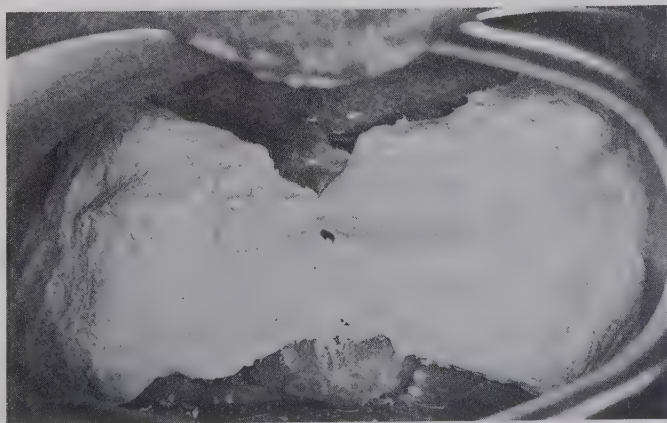


Abb. 9: Gipsschlüssel aus Abdruckgips im Munde

3.2.3. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage durch intraorale Pfeilwinkeltechnik mit Registrierplatten nach Angaben von SCHREINEMAKERS

Das Vorgehen zur Aufzeichnung des "gotischen Bogens" gleicht im wesentlichen dem unter 3.2.2. beschriebenen Verfahren. Zur Aufzeichnung des Pfeilwinkels wird ein Pin Tracing Recorder (Abb.10) verwendet, bei dem anders als bei GERBER die Schreibplatte im Oberkiefer und der Stützstift im Unterkiefer anzubringen sind.

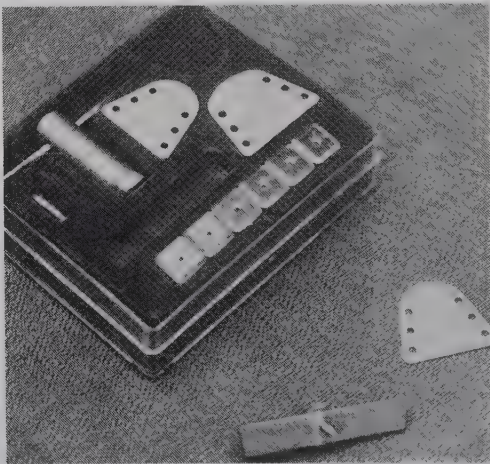


Abb. 10: Der Pin Tracing Recorder nach SCHREINEMAKERS

Zur Markierung der Pfeilspitze dient ebenfalls ein Verschlüsselungsplättchen, das man aber mit Klebewachs befestigt (Abb. 11 und 12). Die Fixierung der gefundenen Lagebeziehung erfolgt wieder mit Gipsschlüsseln.

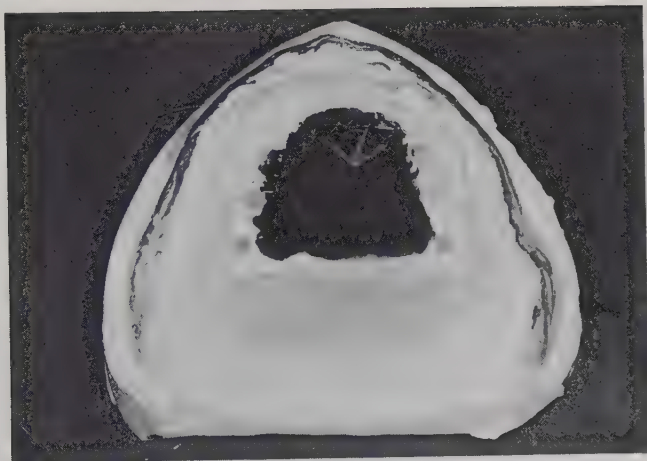


Abb. 11: Pfeilwinkel auf der Schreibplatte des Pin Tracing
Recorders

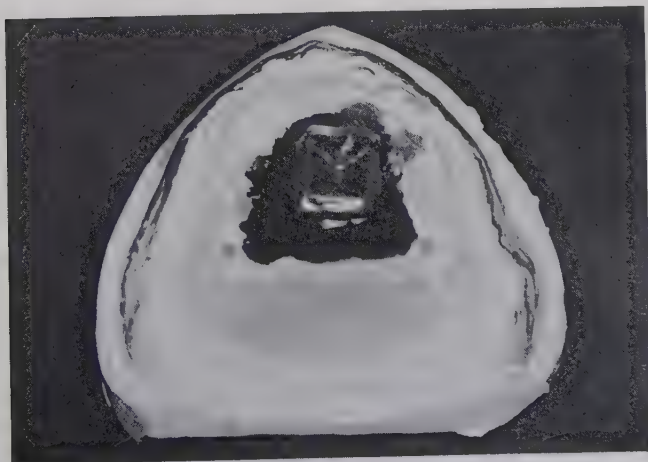


Abb. 12: Das Verschlüsselungsplättchen wird mit Klebewachs
fixiert

3.2.4. Die Registrierung der sagittalen Unterkieferlage mit Hilfe von Adduktionsbewegungen

Hier kann man wieder das Registriereset Nr. 100 nach GERBER verwenden. Der Patient wird aufgefordert, rasche Öffnungs- und Schließbewegungen auszuführen. Dabei kann die Hand des Behandlers auf der Kinnschuppe des Patienten liegen und einen leichten Druck nach dorsal ausüben. Meist zeichnet sich ein einziger, scharfumschriebener Punkt ab. Ergibt sich eine kurze Linie, so wird der am weitesten anterior liegende Punkt zur Auswertung markiert. Die beiden Schablonen verschlüsselt man mit Abdruckgips.

3.3. Versuchsanordnung zur Auswertung der Registrierungen

Da die Registrate der einzelnen Relationsbestimmungen eine, wenn auch nur geringe, unterschiedliche Vertikaldimension aufweisen können, war die Verwendung eines Artikulators notwendig, der scharnnierachsengerecht eingestellt werden kann. Die Wahl fiel auf einen Dentatus-Artikulator ARL. An seinen beiden Kondylenproben wurden zwei Hahn & Kolb - Kleinmeßuhren mit einem Skalenwert von 0,01 mm und einem Anzeigebereich von 3,5 mm so angebracht, daß ihre Meßbolzen direkt auf den Kondylenkugeln aufsaßen (Abb. 13 und 14). Wenn das zu prüfende Registrat nicht mit dem Registrat der Montage identisch war, paßten die Kontrollsockelteile nur exakt aneinander, wenn sich die Kondylarkugeln von ihrer Ausgangsposition entfernten, was mit den Meßuhren überprüfbar war.

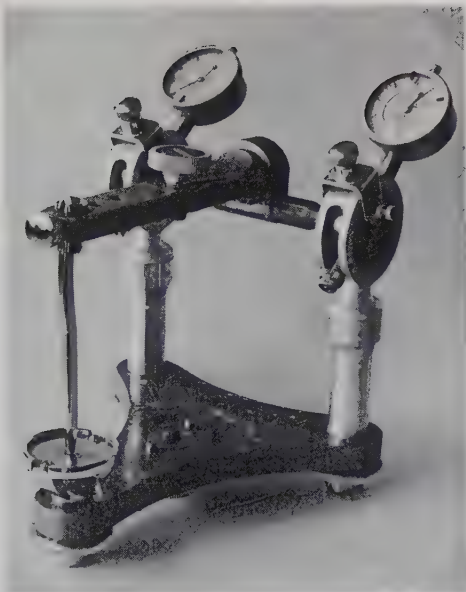


Abb. 13: Dentatus-
Artikulator ARL mit
Meßuhren

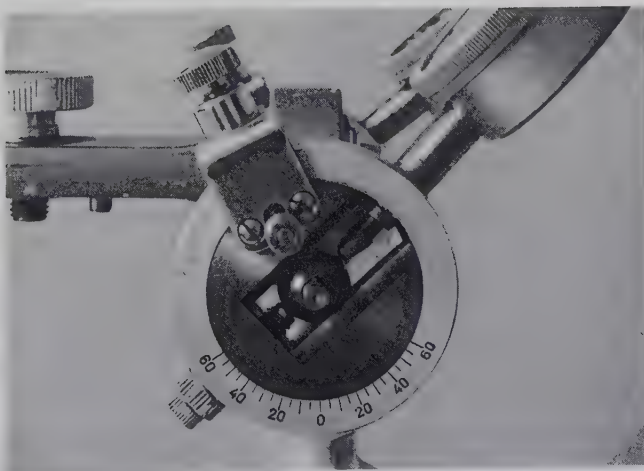


Abb. 14: Ansatzpunkt der Meßuhren an den Kondylenkugeln

Die Kondylenbahnneigung kann man beiderseits auf einen Mittelwert von 40° einstellen. Auf diese Weise ist die Neigung der Tubercula articularia bei einer Verlagerung der Kondylen berücksichtigt. Bei einer Einstellung der Gelenkbahnneigung auf 0° im theoretischen Falle einer ausschließlich parallel zur Kauebene resultierenden Verlagerung der Kondylen ergäben sich geringfügig geringere Meßergebnisse. Die Einstellung des Bennettwinkels auf 0° ist zulässig, da nur die sagittalen Verschiebungen der verschiedenen Registrare zu vermessen sind. Für die Untersuchungen am Patienten waren jeweils drei Sitzungen nötig. In der ersten Sitzung erfolgte die Abformung der Kiefer mit dem Clan-Tray-Löffelsatz nach SCHREINEMAKERS. Die Clan-Trays geben bedingt durch ihre Paßgenauigkeit eine gute Unterstützung für das Alginat von richtiger Konsistenz bei der Bildung eines Abdrucks von hoher Qualität.

Im Labor wurden nach dem Ausgießen der Abdrücke am Ober- und Unterkiefermodell mit einem harten Schleifstein sechs V-förmige Ausschnitte aus den Modellrändern herausgearbeitet, je einer an den vorderen Rändern, einer auf jeder seitlichen und zwei auf dem hinteren Rand. An den Seiten des Modellsockels sollten die Ausschnitte nicht weiter als ca. 0,75 cm herunterreichen, dagegen auf der Grundfläche des Modells ungefähr 1,5 bis 2 cm nach deren Mitte laufen (Abb. 15). Vor der Herstellung eines Sekundärsockels isoliert man den Modellsockel durch aufstreichen einer dünnen Schicht "Kerr Super Sep". Dieses Verfahren, von LAURITZEN ausgearbeitet, ist als "Split-Cast-Methode" oder "Kontrollsockelmethode" bekannt (57). Es ist besonders geeignet, bereits geringfügige Abweichungen der

Relation aufzuspüren, da diese deutlich in Gestalt eines fehlerhaften Kontaktes zwischen den beiden klar konturierten Flächen der beiden Sockel zutage treten.

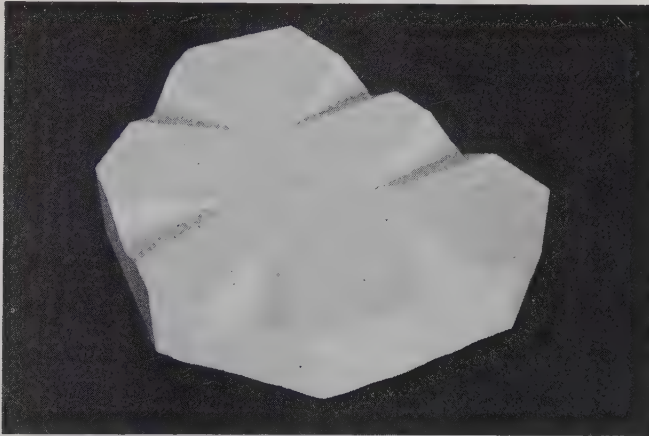


Abb. 15: Primärsockel mit den 6 V-förmigen Ausschnitten

Anschließend erfolgte die Anfertigung von Basisplatten für den Ober- und Unterkiefer aus 1 mm starken Erkoritplatten im Tiefziehverfahren unter Verwendung eines Erkopress-Thermoform-Gerätes. Davon dienten je ein Paar zur Aufnahme von Wachswällen, dem Registrierset Nr. 100 nach GERBER und dem Pin Tracing Recorder nach SCHREINEMAKERS. Eine einzelne Oberkieferplatte war zur Fixierung auf der Bißgabel des Dentatus Quick-Mount-Facebows bestimmt. Mit diesem Gesichtsbogen ist die Lokalisierung der Scharnierachse nach Mittelwerten möglich.

In der zweiten Sitzung zur Untersuchung am Patienten wurde eine funktionelle Relationsbestimmung nach den Angaben FEHR's (18) durchgeführt und der Gesichtsbogen angelegt. Mit dem

Gesichtsbogen ist es möglich, das Oberkiefermodell gelenkbezüglich in den Artikulator einzusetzen (Abb.16).



Abb. 16: Oberkiefermodell mit Kontrollsockel gelenkbezüglich im Artikulator



Abb. 17: Ober- und Unterkiefermodell im Artikulator

Das Einrichten des Unterkiefermodells in den Artikulator geschah mit Hilfe der verschlüsselten Schablonen (Abb.17). Bei jedem Probanden erfolgte jeweils nach der ersten Relationsbestimmung an den Artikulatormeßuhren eine neue Einstellung des Nullpunktes. Im Labor wurden anschließend die Registrierbestecke nach GERBER und SCHREINEMAKERS auf den Schablonen angebracht, wobei darauf zu achten war, daß die Schreibplatten parallel zur Kauebene lagen. In der dritten und letzten Sitzung erfolgten je vier Registrierungen des "gotischen Bogens" mit dem Registrierset nach GERBER und SCHREINEMAKERS, vier Registrierungen des Adduktionspunktes (mit dem Registrierset nach GERBER, s.o.) sowie noch drei weitere Relationsbestimmungen nach der Methode von FEHR. Zur Fixierung der Situationen dienten Gipsschlüssel aus Abdruckgips bzw. U-förmig gebogene Drähte bei den Wachswällen. Nach Abschluß der Arbeit lagen von jedem Probanden insgesamt 16 Registrate vor, bei 24 Patienten somit 384 Registrate, die auszuwerten waren.

3.4. Auswertung der Registrierungen

Nach Einstellung des Nullpunktes der Meßuhren wurde der Artikulator zur Auswertung der Registrierungen geöffnet, die verschlüsselten Schablonen auf das Unterkiefermodell gelegt, das Oberkiefermodell in die entsprechende Schablone eingepaßt und mit einer Hand fixiert. Dann konnte man das Oberteil des Artikulators mit dem Kontrollsockel vorsichtig schließen und so lange leicht rütteln, bis es satt in den entsprechenden Ein-

schnitten des Oberkiefermodells saß und die Zeiger der Meßuhren ruhig standen.

Nach Messung der jeweiligen Abweichungen an der rechten und linken Kondylenkugel standen von jedem Probanden 8 Meßwerte je der Methode, in der Sagittalen bei einer Kondylenbahnneigung von 40° gemessen, zur Verfügung. Das ergab bei allen 4 Methoden zusammen 32 Meßwerte/Patient, bzw. für die insgesamt 24 Patienten 768 Meßwerte. Da der Nullpunkt bei dieser Versuchsanordnung, nach nur einer einzigen Relationsbestimmung ausgewählt, eine willkürliche Bevorzugung einer einzelnen Methode darstellt, ist es zulässig, als neuen Bezugspunkt jeweils den Mittelwert aus allen 32 Meßwerten/Patient zu bestimmen. Von diesem neuen Wert kann man die Abweichungen der einzelnen Registrierungen errechnen und so für jedes Verfahren die Mittelwerte bestimmen, und zwar sowohl die individuellen Mittelwerte jedes einzelnen Probanden als auch den Gesamtmittelwert sämtlicher Ergebnisse aller Probanden/Methode.

Ein wichtiges Kriterium für die Bewertung der verschiedenen Arbeitsmethoden ist ihre Reproduzierbarkeit, wie sie in der Okklusionsdiagnostik zur individuellen Lagebestimmung des Unterkiefers vorausgesetzt wird.

Als Maß für diese Reproduzierbarkeit wurden die Spannweiten aus den je 4 Relationsbestimmungen der 4 Methoden bei allen 24 Patienten bestimmt. Hierbei stellt die Spannweite ein Streuungsmaß für die Schwankungs- oder Variationsbreite dar, das die Differenz zwischen der jeweils höchsten und niedrigsten Abweichung angibt. Eine kleine Spannweite ist positiver zu bewerten als eine große, so daß sich im Idealfall sämtliche

kleinsten Spannweiten bei einer Methode häufen müßten und sich entsprechend die größten Spannweiten bei einer anderen Methode ansammeln würden.

Um eine Aussage über die eventuelle Abhängigkeit der einzelnen Verfahren untereinander treffen zu können, kann man Punktediagramme anfertigen, bei denen die Einzeichnung jeweils einer Methode auf der Abszisse gegen die jeweils andere auf der Ordinate erfolgt. Für das Eintragen der Punkte in das Koordinatensystem wurden die Meßwerte aus Tab. 3 herangezogen. Auf diese Weise entstanden die Abbildungen 19 bis 24 (s. Tabellenanhang).

Um die so gefundenen Ergebnisse auf ihre Signifikanz hin zu untersuchen, unterzieht man die einzelnen Diagramme einem quadrantenkorrelationstest. Das festgesetzte Vertrauensniveau beträgt üblicherweise 95 %. Wenn ein signifikantes Ergebnis nachgewiesen wird, ist demnach die Chance, daß dieses Ergebnis zufällig ist, kleiner als 5 %. Liegt kein signifikanter Unterschied vor, so ist damit das Gegenteil nicht bewiesen.

3.5. Ergebnisse

Eine Übersicht über alle ermittelten Resultate ist aus den Tabellen 2, 3 und 4 sowie den Abbildungen 18 bis 24 zu entnehmen (s. Tabellenanhang).

3.5.1. Methode nach FEHR

Der errechnete Mittelwert der 192 Ergebnisse (je 96 Werte für die rechte und die linke Seite) beträgt $\bar{x}_{FE} = +72 \mu\text{m}$. Die Standardabweichung bei diesem Arbeitsverfahren ist die relativ größte von allen. Sie beträgt $s_{FE} = \pm 264 \mu\text{m}$ (Tab. 2 u. 3).

3.5.2. Methode nach Gerber

In diesem Fall lagen nur 190 Einzelergebnisse zur Auswertung vor. In einem Fall (Proband B) mußte infolge starken Würgereizes auf die vierte und letzte Registrierung des Pfeilwinkels verzichtet werden. Hier erhält man einen Mittelwert $\bar{x}_{GE} = -83 \mu\text{m}$ sowie eine Standardabweichung $s_{GE} = \pm 198 \mu\text{m}$ (Tab. 2 u. 3).

3.5.3. Methode nach SCHREINEMAKERS

Bei der Auswertung des "gotischen Bogens" mit dem Pin Tracing Recorder ergibt sich ein Mittelwert von $\bar{x}_{SCH} = -23 \mu\text{m}$ bei einer Standardabweichung von $s_{SCH} = \pm 216 \mu\text{m}$ (Tab. 2 u. 3).

3.5.4. Bestimmung mittels Adduktionsbewegungen

Bei der Auswertung des Adduktionspunktes erhält man einen Mittelwert $\bar{x}_{Add} = +32 \mu\text{m}$ bei einer Standardabweichung $s_{Add} = \pm 141 \mu\text{m}$ (Tab. 2 u. 3).

3.5.5. Überprüfung der Reproduzierbarkeit

Tabelle 4 zeigt eine Übersicht der kleinsten und größten Spannweiten aus je 4 Relationsbestimmungen der 4 Methoden aller Patienten. Dabei zeigt sich, daß weder für die eine noch für die andere Spannweite eine Häufung bei einer bestimmten Verfahrensort festzustellen ist. Die Abweichungen konzentrieren sich nicht auf eine bestimmte Methode, so daß keine statistisch gesicherten Aussagen für oder gegen das eine oder das andere Verfahren gemacht werden können.

3.5.6. Überprüfung eventueller Abhängigkeiten der einzelnen Methoden untereinander anhand der Punktediagramme

Bei der Betrachtung der Punktediagramme, bei denen die Werte der r'EHR'schen Relationsbestimmung gegen die der übrigen Registrierungen aufgetragen sind (Abb. 19, 20 u. 21), scheint sich eine gewisse Tendenz abzuzeichnen. Diese Tendenz stellt sich so dar, daß ein positiver Wert bei dem r'EHR'schen Verfahren eine negative Abweichung bei den anderen Methoden zur Folge hat und im umgekehrten Fall ein negatives Ergebnis bei der funktionellen Relationsbestimmung einen positiven Wert für die übrigen Registrierungen mit sich bringt. Zieht man jedoch den Quadrantenkorrelationstest heran, so ergeben sich bei keiner der Abbildungen signifikante Werte, so daß eine zufällige Verteilung nicht ausgeschlossen werden kann.

4. Diskussion

Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigt sich, daß sowohl die Registrierungen nach GERBER und SCHREINEMAKERS als auch die Registrierung durch Aufzeichnung mittels Adduktionsbewegungen Unterkieferlagen ergeben, die sich in der sagittalen Ebene distal von der FEHR'schen Relationsbestimmung befinden (Abb. 18). Dabei liegen die Werte der Registrierungen, die mit Hilfe des "gotischen Bogens" gewonnen wurden, am weitesten distal. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Differenz zwischen der FEHR'schen Kalottenbißnahme und der Registrierung nach GERBER, als der am weitesten distalen Unterkieferlage, im Mittel nur $155\text{ }\mu\text{m}$ beträgt. Auch unter Berücksichtigung der für jeden einzelnen Patienten errechneten individuellen Mittelwerte kommt es nur in einem Fall (Proband V) zu einer Abweichung von mehr als einem Millimeter ($1041\text{ }\mu\text{m}$, Tab.3), bezogen auf die Werte der funktionellen Relationsbestimmung.

Die Auffassungen, ob die Spitze des "gotischen Bogens" als Ausgangspunkt für den Aufbau einer neuen Okklusion beim Zahnlosen herangezogen werden soll, gehen auseinander. JAHN (47) und SCHUYLER (77) empfehlen einen Punkt, der 0,5 bis 1 mm hinter der Pfeilwinkelspitze liegt, und auch HUPFAUF (44) und GERBER (27) wollen diese Frage nicht dogmatisch beantwortet wissen. Nach HUPFAUF sollte dem Unterkiefer im Bereich der verschiedenen Funktionsphasen dann Gleitfreiheit gewährt werden, wenn die diversen Methoden der Bißnahme zu unterschiedlichen Resultaten führen. GERBER will dem totalen Zahnersatz eine "wohlzentrierte Okklusion" geben und diese "durch minutiöses,

selektives Einpassen und Einschleifen auf die Individualität der Unterkieferbewegungen" einstellen. Die Aufgabe beim Aufbau einer künstlichen Okklusion kann seiner Meinung nach nicht in einer Fixierung der Kondylen in ihrer maximalen Dorsallage bestehen, denn es steht fest, daß die rückwärtigste Haltung nicht zwanglos, sondern nur durch aktive Muskelanspannung erreicht und festgehalten wird (65). Nach der allgemeinen Gelenklehre sichern vor allen Dingen die Muskeln die funktionelle Integrität eines Gelenkes. Unter normalen physiologischen Bedingungen sind Muskelfunktionen und die damit verbundenen Bewegungen eines Gelenks so abgestimmt, daß die Gelenke hauptsächlich in intermediären Lagen und nur ausnahmsweise in extremen Lagen funktionieren werden. Beim Unterkiefer bedeutet dies, daß die Bewegungen der Kondylen im allgemeinen anterior ihrer extremen Retrusionslage ablaufen. Nach Untersuchungen von POSSELT (65,66) konnten ca. 90 % der untersuchten Probanden eine Retraלבewegung aus der normalen Grundstellung heraus durchführen.

Wenn man nach einer durchgeführten Aufzeichnung des Symphysenbahnwinkels den Patienten Adduktionsbewegungen machen läßt, entsteht auf der Registrierplatte ein Punkt, der vor der Winkelspitze liegt. Dies kann man dahingehend deuten, daß die Bewegungen des Unterkiefers, falls sie nicht von Zahnkontakten, sondern von gewohnheitsmäßigen Muskelfunktionen bestimmt werden, vorzugsweise in den intermediären Kondylenstellungen vor sich gehen. Dies ist erst recht bei zahnlosen Patienten der Fall. Dann muß anstatt mit einer ungünstigen Belastung der Kiefergelenke und Muskulatur wohl eher mit einer unzuweckmäßi-

gen Belastung der Prothesenunterlage gerechnet werden, vorausgesetzt, daß eine totale Prothese ausschließlich nach der extrem zurückgezogenen Stellung des Unterkiefers hergestellt wird. Solche Prothesen werden dann infolge der Muskelfunktionen vorzugsweise an den Protrusionsfacetten belastet, die den Unterkiefer etwas mehr nach anterior placieren. Dies hat zur Folge, daß in der Oberkieferprothese die Tendenz einer frontalen und in der Unterkieferprothese die Tendenz einer dorsalen Verschiebung besteht. Ein hartes Okkludieren kann die Verschiebung verwirklichen, was gelegentlich mit größeren oder kleineren Kippungstendenzen verbunden ist und unerwünschte Reaktionen in Form von Druckstellen und Lockerung zur Folge haben kann (6).

Im übrigen ist zu beachten, daß bei vielen Patienten, die mit totalem Zahnersatz versorgt werden sollen, keine normalen topographischen Gelenkbeziehungen vorliegen. Der Verlust des antagonistischen Kontaktes der natürlichen Zähne hat die Bänder gedehnt, was zwangsläufig die Distanz zwischen der Grundhaltung und der rückwärtigsten Lage des Unterkiefers erhöht. "Damit wird die retropulsive Strecke vergrößert und entspricht nicht mehr der Norm" (45).

Wenn bei der Mehrzahl der Patienten die habituelle Relation des Unterkiefers von der Retroposition differiert, wäre es falsch, beide Haltungen in einem Punkt zu fixieren. Blicke die habituelle Relation beim Aufstellen der künstlichen Zähne unberücksichtigt, dann würden die totalen Prothesen während der Funktion, wie oben beschrieben, erheblichen Schüben ausgesetzt.

Ein weiterer Punkt, der kritisch betrachtet werden muß, ist die relativ große Streuung der einzelnen Meßwerte, die eine Repro-

duzierbarkeit einer bestimmten Methode beim Zahnlosen offensichtlich nicht möglich macht. Dies dürfte nur bei einem relativ starren System, wie es vollständig oder wenigstens teilbezahnte Gebisse darstellen, möglich sein.

Vergleicht man die Reproduzierbarkeit der einzelnen Methoden (Tab.4), so zeigt sich, daß alle 4 Verfahren einander annähernd entsprechen. Dabei besteht keine Möglichkeit nachzuprüfen, ob die Basisplatten auf dem Modell und im Mund identisch auflagen. Es ist anzunehmen, daß die Registrierungen beim unbezahnten Patienten durch die Form der Kieferkämme, die Schleimhautresilienz sowie den aufgewendeten Druck beim Schließen beeinflusst werden können. Auch ist zu erwarten, daß psychogene Faktoren, die wechselnde Tonuslage der Muskulatur sowie der u.U. überdehnte Bandapparat bei Patienten, die bereits seit längerer Zeit zahnlos sind, die Resultate verändern können. Zudem weist der "gotische Bogen" nicht immer eine eindeutige Spitze auf, so daß es möglich ist, einen falschen Punkt zu markieren. Voraussetzung für eine reproduzierbare Registrierung ist außerdem eine gleichbleibende Vertikaldimension der Kiefer zueinander. Da die Aufzeichnungen in der rückwärtigen Lage des Unterkiefers erfolgen, müssen die Kondylen bei einer Veränderung der Unterkieferhaltung in der Vertikalen, wie es im Munde durch die Resilienz der Schleimhaut bei unterschiedlichem Anpressdruck geschehen kann, um eine Achse rotieren. Zwangsläufig verschiebt sich dabei die Markierung geringfügig in der sagittalen Dimension, was bei einer Meßgenauigkeit von $\frac{1}{100}$ mm ins Gewicht fallen kann.

Ungenauigkeiten, die bei der Aufzeichnung des "gotischen Bo-

gens" beim zahnlosen Patienten auftreten, wurden schon früher beschrieben. So spricht GERBER davon, daß "experimentelle Untersuchungen und praktische Erfahrungen" gezeigt haben, daß Kontrollregistrierungen des gotischen Bogens "ausgeführt und wiederholt zu verschiedenen Tageszeiten und Tagen nie absolut identische Resultate gaben" (26). Solche Unregelmäßigkeiten werden auch von HROMATKA erwähnt (43), der feststellt, daß mehrere Registrierungen oft die gleiche Zahl verschieden gelagerter Preilwinkelspitzen ergeben, "die dann zur Willkür einer Mittelwertbestimmung zwingen und in der Folge die besondere Genauigkeit mancher Methode wieder hinfällig macht". Er sieht die "exakte Reproduzierbarkeit eines labilen Bewegungsablaufs ... nur bei reflexgesteuerter Führung" gewährleistet, wie es bei der Schluckbißnahme verwirklicht sein soll. Seiner Meinung nach stellen die zur Registrierung notwendigen Apparaturen wie Schreibplatte und Stützstift eine Einengung des Mund- und Zungenraumes dar. Da störungsreihe Bewegungsabläufe nun nicht mehr gesichert sind, können muskuläre Spannungen zu Fehlhaltungen bei der Relationsbestimmung führen.

Sicherlich hängt aber die Reproduzierbarkeit eines bestimmten Arbeitsverfahrens in einem großen Maße auch von der Übung und den Fähigkeiten des Untersuchers ab. Je besser eine Methode beherrscht wird, desto niedriger wird die Fehlerquote sein. Alle vier beschriebenen Methoden setzen sich zum Ziel, die habituelle Relation des Unterkiefers zu bestimmen. Aus der vorliegenden Untersuchung ist zu ersehen, daß die ermittelten Meßwerte auf einer posterior-anterioren Strecke von $\pm 0,5$ mm liegen (einzige Ausnahme: Proband V, s.o.). Da auch die Okklu-

sion im eugnathen Gebiß eine Bewegungsfreiheit dieser Größenordnung haben dürfte, braucht man dieser Strecke wohl keine allzu große Bedeutung zuzumessen. So ist es unter diesem Gesichtspunkt schwer, sich für eine Methode zu entscheiden, bzw. eine Methode speziell zu empfehlen.

Die in der Praxis im allgemeinen angewandte Methode ist die sog. "Handbißnahme". Die mit ihr zu erzielenden Erfolge sprechen offenbar dagegen, daß die Aufzeichnung des "gotischen Bogens" für die Herstellung von einwandfrei "funktionierendem" totalen Zahnersatz unerläßlich ist. Dennoch plädiert heute die Mehrzahl der Autoren für eine Stützstiftregistrierung (4,24, 28,30,53,74,76,79 u.a.). Als Hauptargument wird von ihnen angeführt, daß sich bei dem üblichen Vorgehen mit normalen Basisplatten nicht mit Sicherheit beurteilen ließe, ob die Schablonen beim Schließen gleichmäßig auf die Prothesenlager gedrückt werden. Allzuoft gelänge es dann nicht, beide Kondylen zur Unterkieferlagebestimmung zu zentrieren, was die Verschlüsselung der Schablonen in falscher Unterkieferposition zur Folge hat. Bei Anwendung eines zentral angebrachten Stützstiftes sei jedoch die Gewähr für ein gleichmäßiges Andrücken der Schablonen auf die Prothesenlager gegeben. Daß hierbei außerdem eine Selbstzentrierung der Gelenke erfolgt, wurde von GERBER (27) dargestellt. Diese Kondylenstellung "im höchsten Punkt - im Zenit - der Gelenkgrube" wird von ihm und vielen anderen als "die physiologische Ausgangslage für den Wiederaufbau der Okklusion" angegeben (30). Abweichungen von dieser normierten Kondylenposition sollen korrigiert werden. Dem ist mit HIELSCHER (37) entgegenzuhalten, daß es eine Normstellung des

Kondylus zur Fossa articularis nicht gibt, sondern vielmehr "die Regel in der Unregelmäßigkeit besteht". Ebenso weist HROMATKA auf die "Labilität, den Bewegungsspielraum und die - zu unserem Glück - große Anpassungsfähigkeit der Kiefergelenke" hin (43).

Auch beim Vorgehen mit Wachswällen ist eine Zentrierung der Kiefergelenkköpfchen möglich. Bei langsamem Schließen der Kiefer ist ohne weiteres zu erkennen, ob auf einer Seite ein Frühkontakt besteht oder nicht. Natürlich muß dabei mit der Genauigkeit gearbeitet werden, die den Ausschlag für den prothetischen Erfolg gibt.

Im übrigen muß darauf hingewiesen werden, daß die funktionelle Relationsbestimmung nach FEHR mit der üblicherweise in der Praxis angewandten "Handbißnahme" n i c h t gleichzusetzen ist. Zwar ist sie nicht unfehlbarer oder mathematisch genauer als irgendeine andere Methode. Sie führt aber auf einfache Art ohne Anwendung komplizierter Hilfsapparaturen zur korrekten Festlegung der Lageverhältnisse der Kiefer zueinander. Alle Maßnahmen, Handgriffe und funktionellen Proben zur Kontrolle der vertikalen und horizontalen Dimension sind durchführbar oder darin enthalten. Vor allem aber ermöglichen die individuellen Kompensationskurven die Aufstellung der künstlichen Zähne so, daß unter Berücksichtigung der Gelenke, von Relation und Artikulation funktionstüchtige Prothesen resultieren. Der so gewonnene Kauflächenkomplex muß zwar nicht dem natürlichen, früheren Okklusionsrelief des Patienten entsprechen, doch sind die ermittelten Krümmungen und Neigungen der Kaufläche typisch für den derzeitigen Verlauf der Gelenkbahnneigungen. Bei der

Protheseneingliederung tritt nach Überwindung des ersten Fremdkörpergefühls baldige Gewöhnung ein, da die Prothese dem Patienten Artikulationsbewegungen ermöglicht, die er sich selber geschaffen hat und die er auch auszuführen beabsichtigt. Die funktionelle Relationsbestimmung wird in der prothetischen Abteilung der Berliner Universitätszahnklinik seit 1948 angewandt und hat seitdem ihre Eignung für den Unterricht und für die Praxis unter Beweis gestellt. Die Stützstiftregistrierung ist eine sichere Methode für den Ungeübten, da sie ihm zu sehen erlaubt, in welcher Position die Basisplatten verschlüsselt werden sollen. Zudem wird eine Fehlbelastung der Schablonen mit großer Wahrscheinlichkeit verhindert.

Für den mit der FEHR'schen Kalottenartikulation Vertrauten wird diese aber das Verfahren der Wahl bleiben, da sie ihn schneller und mit demselben Erfolg zum Ziel führt. Zudem sind Mißerfolge in der Totalprothetik in der Regel so komplexer Natur, daß sie sich nur selten allein durch Anwendung einer bestimmten Methode der Relationsbestimmung in Erfolge umwandeln lassen.

5. Zusammenfassung

An 24 Probanden wurde die sagittale Unterkieferlage nach den Vorschlägen FEHRs, GERBERS und SCHREINEMAKERS' sowie durch Aufzeichnung mittels Adduktionsbewegungen je viermal bestimmt und miteinander verglichen. Aus den vorliegenden Untersuchungen ist zu ersehen, daß die ermittelten Meßwerte mit einer Ausnahme auf einer posterior-anterioren Strecke von $\pm 0,5$ mm liegen. Da die Okklusion auch im eugnathen Gebiß eine Bewegungsfreiheit dieser Größenordnung im sog. Okklusionsfeld hat, braucht man dieser Diskrepanz wohl keine allzu große Bedeutung beizumessen.

Die hinreichend genaue Reproduzierbarkeit einer bestimmten Methode konnte nicht nachgewiesen werden. Alle 4 Verfahren entsprechen darin einander. Offensichtlich sind beim Zahnlosen die Voraussetzungen dafür nicht gegeben. Form der Kieferkämme, Schleimhautresilienz, psychogene Faktoren, wechselnde Tonuslage der Muskulatur, der u.U. überdehnte Bandapparat der Kiefergelenke sowie unterschiedlicher Druck beim Schliessen verursachen Streuungen bei den Meßwerten. Entsprechende Erfahrungen anderer Autoren konnten damit bestätigt werden.

Bei der Verwendung von Registrierbestecken sind störungsfreie Bewegungsabläufe durch eine zu starke Einengung des Mund- und Zungenraumes nicht mehr gesichert. Fehlhaltungen bei der Relationsbestimmung können die Folge sein.

Mit der funktionellen Relationsbestimmung nach FEHR wurde ein Verfahren beschrieben, welches es ermöglicht, während der Relationsbestimmung ohne Anwendung komplizierter Hilfapparaturen einen für den derzeitigen Verlauf der Gelenkbahnen typi-

schen Kauflächenkomplex zu ermitteln. Die Lageverhältnisse der Kiefer zueinander werden dabei ebenso korrekt festgelegt wie bei anderen Verfahren auch.

Die individuelle Kalottenartikulation wird in der prothetischen Abteilung der Berliner Universitätszahnklinik seit deren Gründung (1948) angewandt und hat ihre Eignung für den Unterricht und für die Praxis unter Beweis gestellt.

6. Literatur

1. Balters, W. Grundfragen der Artikulation
Zahnärztl. Rdsch., 62, 85 (1953)
2. Balters, W. Die Bedeutung von Zahnverlust und Zahner-
satz für den Patienten - von der Psycholo-
gie her gesehen
Dtsch. zahnärztl. Z., 11, 465 (1956)
3. Bar, U. Modern Concepts of Reflexes and Registra-
tions to obtain Centric Occlusion and Cen-
tric Relation in Prosthetic Dentistry
Dent.abstr., N.Y., 4, 7 (1959)
4. Bauer, A. Gnathologie
Gutowski, A. Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1975
5. Böttger, H. Gelenkbezügliches und kaubahnbezogenes
Vorgehen bei prothetischen Maßnahmen
Dtsch.zahnärztl. Z., 32, 84 (1977)
6. Brill, N. Zentrale Okklusion versus habituelle Okklu-
sion
Schweiz.Mschr.Zahnheilk., 67, 685 (1957)
7. Buckingham, T.L. Über das Stampfen von Gebißplatten, die
Regulierung des Bisses und die Aufstellung

der Zähne

Der Zahnarzt, Leipzig, 17, 313 (1862)

8. Burras, Über das Kauen und die Artikulation künstlicher Gebißstücke
Der Zahnarzt, Leipzig, 16, 384 (1861)
9. Christensen, C. The Problem of the Bite
Dent.Cosmos, Philadelphia, 47, 1184 (1905)
10. Clemencon, R. Die Zentrallage des Unterkiefers und das Funktionsmuster in der Totalprothetik
Schweiz.Mschr.Zahnheilk., 61, 1055 (1951)
11. Drum Vorwort zur "individuellen Kalotten-Bißnahme"
Zahnärztl.Rdsch., 56, 177 (1947)
12. Eichner, K. Herstellung von Prothesen mit "individueller Kalottenartikulation" nach Fehr
Zahnärztl.Rdsch., 61, 659 (1952)
13. Eichner, K. Ein literarischer Überblick über die "individuelle Kalottenartikulation" nach Fehr
Dtsch.zahnärztl.Z., 8, 57 (1953)
14. Eichner, K. Theoretische Erwägungen und praktische Erfahrungen über die "individuelle Kalotten-

artikulation" nach Fehr

Dtsch.zahnärztl.Z., 8, 264 (1953)

15. Eichner, K. Angewandte, praxisnahe Artikulationslehre
Dtsch.zahnärztl.Z., 11, 1402 (1956)
16. Eisfeld, W. Gedenkschrift für O. Westi
Gehlenverlag Berlin, 1939
17. Fehr, C.-U. Das Artikulationsproblem und ein neuer Artikulator
Dtsch.zahnärztl.Wschr., 24, 341 (1921)
18. Fehr, C.-U. Die "individuelle Kalotten-Bißnahme" für den totalen Zahnersatz im Ober- und Unterkiefer
Zahnärztl.Rdsch., 56, 177 (1947)
19. Fehr, C.-U. Nachtrag zu der Arbeit "die individuelle Kalotten-Bißnahme ..."
Zahnärztl.Rdsch., 56, 198 (1947)
20. Fehr, C.-U. Theorie und Praxis des Artikulationsproblems
Zahnärztl.Welt, 3, 7 (1948)
21. Fehr, C.-U. Aufgaben am Patienten in: "die totale Prothese
Carl Hanser Verlag, München, 1950

22. Fritz, E. Stellungnahme zu dem Artikel: "Die individuelle Kalottenbißnahme"
Zahnärztl.Rdsch., 58, 25 (1948)
23. Fuhr, K. Untersuchungen über die Reproduzierbarkeit
Bansemer, D. der zentralen Okklusion
Zilz, W. Dtsch.zahnärztl.Z., 26, 176 (1971)
24. Gausch, K. Zentralstiftbißnahme in der frequentierten
Praxis
Dtsch.zahnärztl.Z., 25, 225 (1970)
25. Gerber, A. Geometrische oder funktionelle Prothetik
Schweiz.Mschr.Zahnheilk., 61, 1055 (1951)
26. Gerber, A. in: Tagungsberichte
Dtsch.zahnärztl.Z., 14, 358 (1959)
27. Gerber, A. Prof. Dr. h.c. Alfred Gysi, geb. am 31. August 1865, sein wissenschaftliches Vermächtnis und wir
Schweiz.Mschr.Zahnheilk., 75, 827 (1965)
28. Gerber, A. Kiefergelenk und Zahnokklusion
Dtsch.zahnärztl.Z., 26, 119 (1971)
29. Gerber, A. Beiträge zur totalen Prothetik
Farbbildatlas Heft 3 - 10
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1973

30. Gerber, A. Registriertechnik für Prothetik, Okklusionsdiagnostik, Okklusionstherapie
Condylator-Service, Zürich, Ausgabe Juli
1970 mit Ergänzungen 1974
31. Gysi, A. Beitrag zum Artikulationsproblem
Verlag v. August Hirschwald, Berlin, 1908
32. Gysi, A. Artikulation in: Handbuch der Zahnheilkunde von Bruhn, Kantorowicz und Partsch,
Bd. III
Verlag v. J.F. Bermann, München, 1.u.2.
Aufl., 1926
33. Häupl, K. Die Vollprothese in: Böttger, Häupl und
Kirsten "Zahnärztliche Prothetik" Bd.II
J.A.Barth Verlag, Leipzig, 1951
34. Hall, R. Full Denture Construction
J.Amer.dent.Ass., 16, 2045 (1929)
35. Hanau, R. The Relation between Mechanical and Anatomical Articulation
J.Amer.dent.Ass., 10, 776 (1923)
36. Hermann, B. Kritische Untersuchung zur sog. Kalotten-
bißnahme nach Fehr
Med.Diss. Halle, 1948

37. Hielscher, W. Zur Kiefergelenksdiagnostik auf röntgenologischem Gebiet unter Zuhilfenahme kinematographischer Studien der kondylären Bewegungsbahnen
Dtsch.zahnärztl.Z., 16, 1217 (1961)
38. Hildebrandt, C. Die Okklusionslehre, die klärung des sog. Artikulationsproblems
Korresp.bl.Zahnärzte, Berlin, 53, 11 (1929)
39. Hodge, L. A Study of Mandibular Movement from Centric Occlusion to Maximum Intercuspatation
Mohan, P. J.prosth.Dent., 18, 19 (1967)
40. Horn, R. Untersuchungen zur Differenz zwischen habitueller Interkuspiration und retraler Kontaktposition
Vetter, A. Dtsch.zahnärztl.Z., 31, 295 (1976)
41. Hromatka, A. Bißregistrierung als Bewegungsaufgabe
Dtsch.zahnärztl.Z., 16, 1219 (1961)
42. Hromatka, A. Grundlagen der Bißnahme
Dtsch.zahnärztl.Z., 18, 435 (1963)
43. Hromatka, A. Ist der Pfeilwinkel noch sinnvoll
Dtsch.zahnärztl.Z., 26, 163 (1971)

44. Hupfauf, L. Untersuchungen über die sog. Zentralokklusion
Dtsch.zahnärztl.Z., 18, 983 (1963)
45. Hupfauf, L. Zur Problematik der Bißregistrierung beim
zahnlosen Patienten
Dtsch.zahnärztl.Z., 21, 761 (1966)
46. Hupfauf, L. Vergleichende Untersuchungen verschiedener
Registrierverfahren
Dtsch.zahnärztl.Z., 26, 158 (1971)
47. Jahn, E. Die Bißnahme bei der totalen Prothese
Dtsch.zahnärztl.Z., 11, 1059 (1956)
48. Kathke, U. Beitrag zur Anwendung des Mittelwertartikulators
Zahnärztl.Rdsch., 72, 4 (1963)
49. Kémeny, I. Die Zwangslagen der Kiefergelenkköpfchen
Réhak, R. Dtsch.zahnärztl.Z., 13, 693 (1958)
50. Köhler, L. Die Vollprothese in: Scheff's Handbuch der
Zahnheilkunde, Bd. IV
Verlag Urban & Schwarzenberg, 1929
51. Köhler, L. Probleme auf dem Gebiet der Vollprothese
und des prothetischen Unterrichts
Dtsch.zahnärztl.Z., 3, 961 (1948)

52. Körber, E. Versuch, einzelne Behandlungsfragen und Regeln bei der Anfertigung von Totalprothesen in ihrer Bedeutung für den Erfolg zu beurteilen
Dtsch.zahnärztl.Z., 24, 324 (1969)
53. Körber, E. in: "Die Planung der prothetischen Versorgung des Lückengebisses"
Fröhlich, E. Carl Hanser Verlag, München, 1970
54. Kühl, W. Ergebnisse der sog. "Handbißnahme" in der Totalprothetik
Schweiz.Mschr.Zahnheilk., 77, 1120 (1967)
55. Kühl, W. Okklusion und Artikulation in der Totalprothetik
Dtsch.zahnärztl.Z., 25, 218 (1970)
56. Kraft, E. in: Gespräche am runden Tisch: Die Bestimmung der Kieferhaltung bei prothetischen Maßnahmen
Dtsch.zahnärztl.Z., 21, 863 (1966)
57. Lauritzen, A.G. Occlusal Relationship: The Split-Cast Method for Articulator Techniques
J.prosth.Dent., 14, 256 (1964)
58. Lucia, V.O. Modern Gnathological Concepts
The C.V.Mosby Company, St Louis, 1961

59. Mayer, D. Zur Theorie und Praxis der Kalottenbißnahme
Med. Diss. Leipzig, 1951
60. McCollum, B.B. A Research Report
Scientific Press, South Pasadena, 1955
61. Monson, G. Applied Mechanics to the Theory of Mandi-
bular Movements
Dent.Cosmos, 74, 1039 (1932)
62. Müller, M. Grundlagen und Aufbau des Artikulations-
problems im natürlichen und künstlichen Ge-
bisse
Dr. Werner Klinkhardt Verlag, Leipzig, 1925
63. Paterson, A.H. Establishing the Prosthetic Curves of Occlu-
sion on the Bite Blocks in Full Denture Con-
struction
J.Amer.dent.Ass., 14, 1197 (1927)
64. Pfaff, Ph. Abhandlung von den Zähnen des menschlichen
Körpers und deren Krankheiten
Verlag Olms, Hildesheim 1966, Nachdruck der
Ausgabe von 1756
65. Posselt, U. Studies in the Mobility of the Human Man-
dible
Acta odont.scand., 10, 1 (1952)

66. Posselt, U. Range of Movement of the Mandible
J.Amer.dent.Ass., 56, 10 (1958)
67. Posselt, U. Physiology of Occlusion and Rehabilitation
2nd Ed., Blackwell Scientific Publications,
Oxford, 1964
68. Rarisch, J. Die Relationsbestimmung der zahnlosen Kie-
fer für die Herstellung totaler Prothesen
Med. Diss. Berlin, 1954
69. Rehm, H. Gedanken zur angewandten Artikulations-
lehre
Zahnärztl.Welt, 3, 33 (1948)
70. Reichenbach, E. Was ist geblieben? Versuch einer Bilanz
der sog. klassischen Artikulationslehre
Dtsch.zahnärztl.Z., 16, 1109 (1961)
71. Reichenbach, E. Die Feststellung der sagittalen Kieferbe-
Hagen, B. ziehungen beim Aufbau der Totalprothese
Stoma (Heidelberg), 16, 125 (1963)
72. Reichenbach, E. Prothetik in: Hofer Reichenbach, Spreter
v. Kreudenstein und Wannemacher "Lehrbuch
der klinischen Zahnheilkunde" Bd.II,
3.u.4.Aufl., J.A.Barth Verlag, Leipzig, 1969

73. Roßbach, A. Auswirkungen von Fehlregistrierungen der
Kondylenachse auf die Reproduktionsgenau-
igkeit von Artikulationsbewegungen
Dtsch.zahnärztl.Z., 25, 222 (1970)
74. Roßbach, A. Kieferrelationsbestimmung und kalottenför-
mige Anordnung von höckerlosen Zähnen bei
totalen Prothesen
Zahnärztl.Prax., 28, 187 (1977)
75. Sauer, G. Bestimmung der sagittalen Unterkieferlage
nach 6 verschiedenen Methoden und Kontrol-
le der Reproduzierbarkeit
Dtsch.Zahnärztebl., 23, 468 (1970)
76. Schröder, D. Untersuchungen zur Differenz zwischen
Handbißnahme und Stützstiftregistrierung
bei der Relationsbestimmung am Zahnlosen
Dtsch.zahnärztl.Z., 31, 725 (1976)
77. Schuyler, C.H. Principles employed in Full Denture
Prosthesis which may be applied in other
Fields of Dentistry
J.Amer.dent.Ass., 16, 2045 (1929)
78. Sheppard, I.M. The Bracing Position, Centric Occlusion
and Centric Relation
J.prosth.Dent., 2, 11 (1959)

79. Silverman, M.M. Centric Occlusion and Jaw Relations and Fallacies of Current Concepts
J.prosth.Dent., 7, 750 (1957)
80. Spee, F.von Die Verschiebungsbahnen des Unterkiefers am Schädel
Archiv für Anatomie und Physiologie, 285 (1890)
81. Stoebe, H.-E. Praktische Versuche im Zusammenhang mit der Fehr'schen Relationsbestimmung (Kallottenbißnahme)
Med.Diss. Berlin, 1954
82. Strack, R. Zur Systematik gebißfunktioneller Störungen in der zahnärztlichen Prothetik
Dtsch.zahnärztl.Z., 1, 154 (1946)
83. Trage, R. Untersuchungen zur Position des Unterkiefers beim Vollbezahnten
Dtsch.zahnärztl.Z., 32, 108 (1977)
84. Uhlig, H. Zahnersatz für Zahnlose
Verlag "Die Quintessenz", Berlin, 1970
85. Wadsworth, F. A Practical System of Denture Prosthesis Including the Restoration of Anatomical Articulation
Dent.Cosmos, 67, 760 (1925)

86. Walkhoff, O. Die Ermittlung der zentralen Okklusion
Zahnärztl.Rdsch., 35, 466 (1926)
87. Wild, W. Funktionelle Prothetik
Benno Schwabe & Co. Verlag, Basel, 1950
88. Williams, J.I. A Study of the Temporomandibular Joint
with Special Reference to the Form and
Action of the Masticating Surfaces of
Teeth
J.Amer.dent.Ass., 8, 274 (1921)

7. Anhang, Tabellen und Diagramme

Proband	FEHR		GERBER		SCHREINEM.		Adduktionsp.	
	re.	li.	re.	li.	re.	li.	re.	li.
A	+126	+112	- 49	-169	-119	+ 36	+ 44	+ 19
B	+ 14	+337	-109	+400	-463	+447	-518	-100
C	+173	+383	-1057	+439	-572	+218	-265	+648
D	-150	+173	+128	-124	+ 38	- 57	+ 61	- 72
E	+109	+634	-373	-288	-286	+ 34	-236	+367
F	+362	+600	+420	-730	+408	-735	+467	-788
G	+106	+116	- 64	-114	-141	-184	+164	+116
H	- 82	-320	+425	-420	- 60	+ 98	+200	+160
I	-622	-124	+523	-230	+658	-514	+568	-179
K	-322	+ 5	-164	+170	+ 65	- 50	- 57	+353
L	-237	-103	+ 83	-519	+618	+276	+221	-339
M	-159	+193	-809	+1133	-1019	+773	-802	+688
N	+188	+225	- 95	- 62	+ 40	-232	+ 0	- 65
O	-455	-575	- 18	-225	+480	+468	+232	+ 82
P	+ 30	+217	-288	- 38	-198	-298	+ 90	+486
R	-209	+158	-119	+ 6	+ 96	+171	-207	+106
S	- 85	- 5	- 30	+ 50	+152	- 50	- 10	- 18
T	+337	-550	+592	- 83	+300	-870	+999	-725
U	-308	+192	-330	+442	-132	- 20	-360	+495
V	+ 76	+514	-549	-944	+116	+421	- 84	+449
W	+560	-310	+822	-965	+910	-1045	+280	-260
X	+908	+113	+728	-842	+ 43	-905	+948	-994
Y	-108	+134	-731	+527	-373	+797	-728	+484
Z	+716	+356	+236	-504	+191	-661	+300	-634

Tab. 2: Mittelwerte aus je 4 Relationsbestimmungen der 4 Methoden bei 24 Probanden jeweils an der rechten und linken Kondylenkugel gemessen in μm

Proband	FEHR	GERBER	SCHREINEM.	Adduktionsp.
A	+119	-109	- 41	+ 31
B	+176	+146	- 7	-309
C	+278	-310	-160	+162
D	+ 12	+ 3	- 11	- 5
E	+372	-331	-126	+ 65
F	+481	-156	-164	-160
G	+111	- 89	-163	+140
H	-201	+ 3	+ 19	+180
I	-373	+112	+ 68	+194
K	-158	+ 3	+ 8	+148
L	-170	-218	+447	- 59
M	+ 17	+162	-123	- 56
N	+207	- 78	- 96	- 32
O	-515	-121	+474	+162
P	+123	-163	-248	+288
R	- 26	- 57	+133	- 51
S	- 45	+ 10	+ 51	- 14
T	-107	+255	-285	+137
U	- 58	+ 51	- 76	+ 68
V	+295	-746	+269	+183
W	+125	- 72	- 68	+ 10
X	+511	- 57	-430	- 23
Y	+ 13	-102	+211	-122
Z	+536	-134	-235	-168
$\bar{x}$	+ 72	- 83	- 23	+ 32
s	± 264	± 198	± 216	± 141

Tab. 3: Mittelwerte der rechten und der linken Seite aus je
 4 Relationsbestimmungen der 4 Methoden bei 24 Probanden
 sowie Gesamtmittelwert $\bar{x}$ und Standardabweichung s aller
 24 Probanden gemessen in μm

Proband	FEHR	GERBER	SCHREINEM.	Adduktionsp.
A	25,5	<u>21,5</u>	<u>31,5</u>	26,0
B	<u>17,0</u>	<u>34,5</u>	23,5	28,0
C	18,5	<u>12,0</u>	<u>104,5</u>	40,0
D	35,5	11,5	<u>2,0</u>	<u>48,5</u>
E	<u>120,5</u>	11,5	<u>8,5</u>	48,0
F	<u>78,0</u>	40,0	<u>23,0</u>	30,0
G	<u>13,5</u>	31,0	21,0	<u>34,0</u>
H	<u>16,5</u>	50,5	50,5	<u>87,0</u>
I	<u>81,0</u>	28,0	51,5	<u>16,0</u>
K	<u>14,5</u>	<u>67,5</u>	37,5	42,0
L	<u>13,5</u>	24,0	34,5	<u>79,5</u>
M	<u>19,5</u>	30,0	22,5	<u>52,5</u>
N	<u>5,5</u>	9,5	<u>15,5</u>	16,0
O	43,5	<u>18,5</u>	<u>59,0</u>	20,0
P	20,5	<u>18,5</u>	<u>100,0</u>	23,5
R	<u>91,0</u>	<u>24,5</u>	25,0	52,5
S	<u>6,0</u>	20,0	<u>49,0</u>	<u>6,0</u>
T	46,5	45,5	<u>85,5</u>	<u>14,0</u>
U	<u>52,0</u>	12,5	23,5	<u>8,0</u>
V	<u>16,5</u>	<u>34,0</u>	17,0	18,5
W	38,5	42,5	<u>30,5</u>	<u>104,5</u>
X	44,5	<u>19,5</u>	65,5	<u>51,0</u>
Y	<u>84,5</u>	<u>29,5</u>	68,0	35,0
Z	<u>70,5</u>	<u>70,5</u>	<u>14,0</u>	15,5

Tab. 4: Spannweiten aus je 4 Relationsbestimmungen der 4 Methoden bei 24 Probanden

—— = größte Spannweite, ----- = kleinste Spannweite

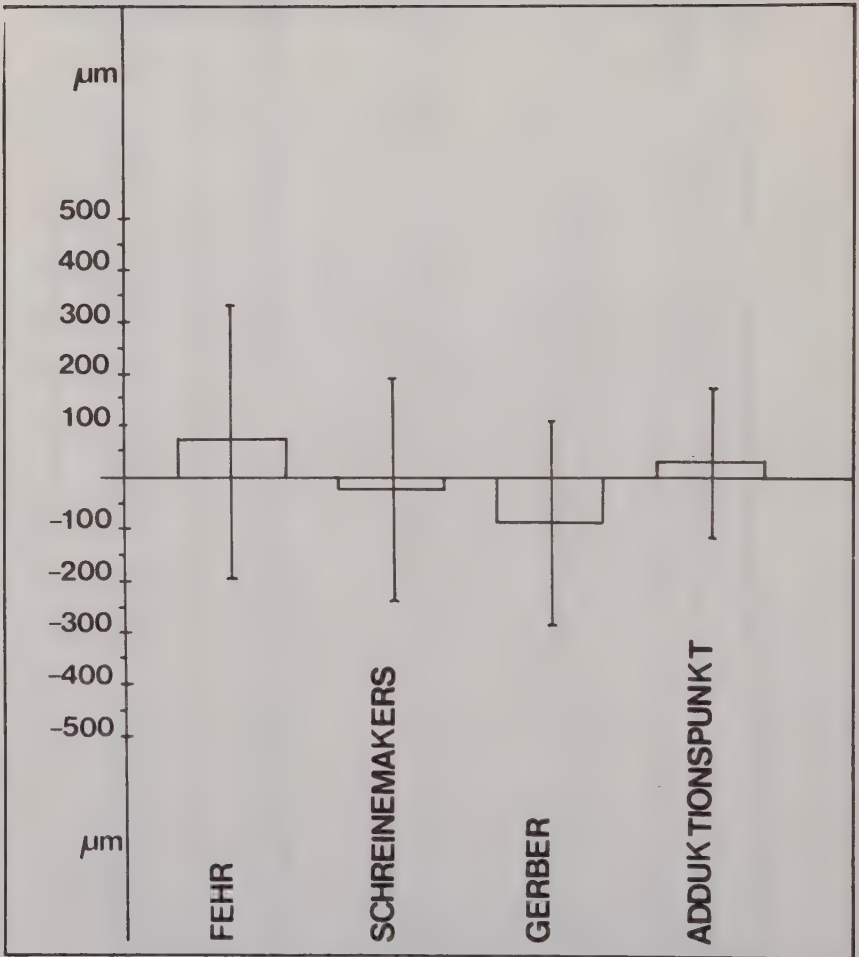


Abb. 18: Gesamtmittelwerte und Standardabweichungen der
4 Methoden bei 24 Probanden

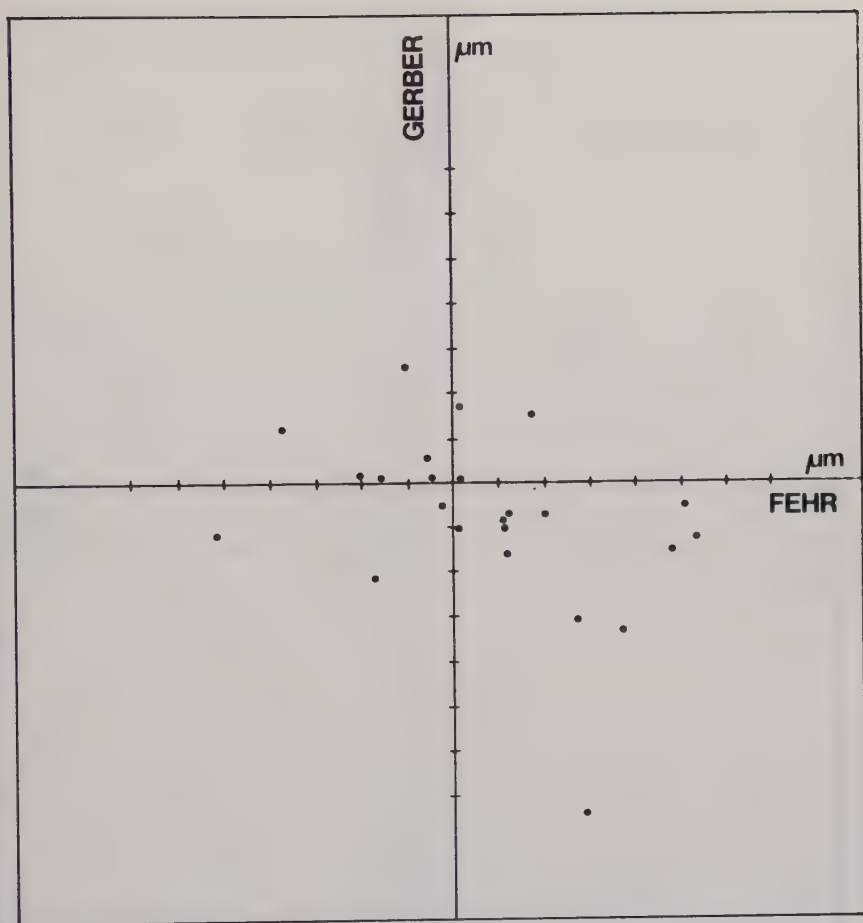


Abb. 19: Beziehungen der Relationsbestimmungen nach FEHR und nach GERBER zueinander

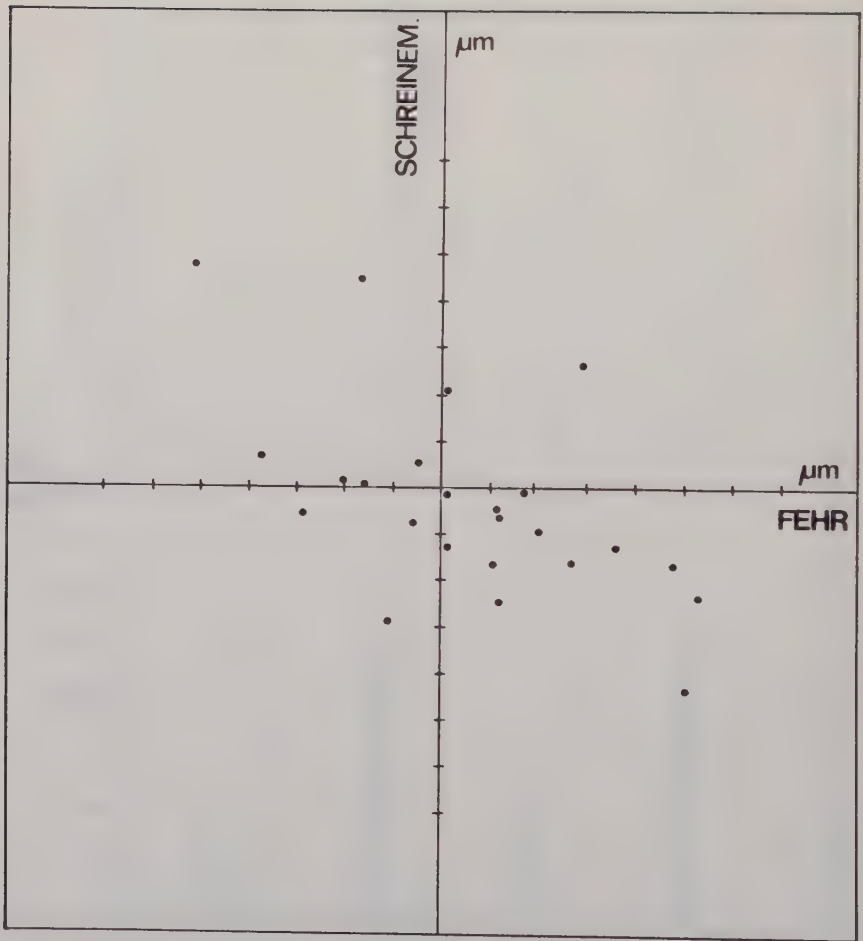
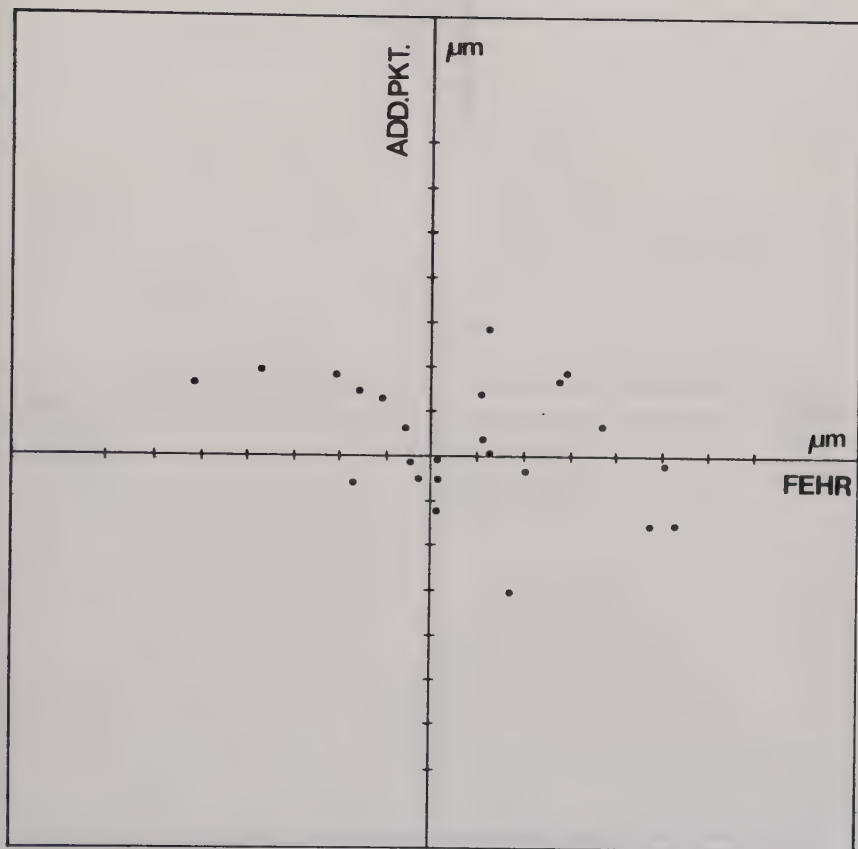


Abb. 20: Beziehungen der Relationsbestimmungen nach FEHR
und nach SCHREINEMAKERS zueinander



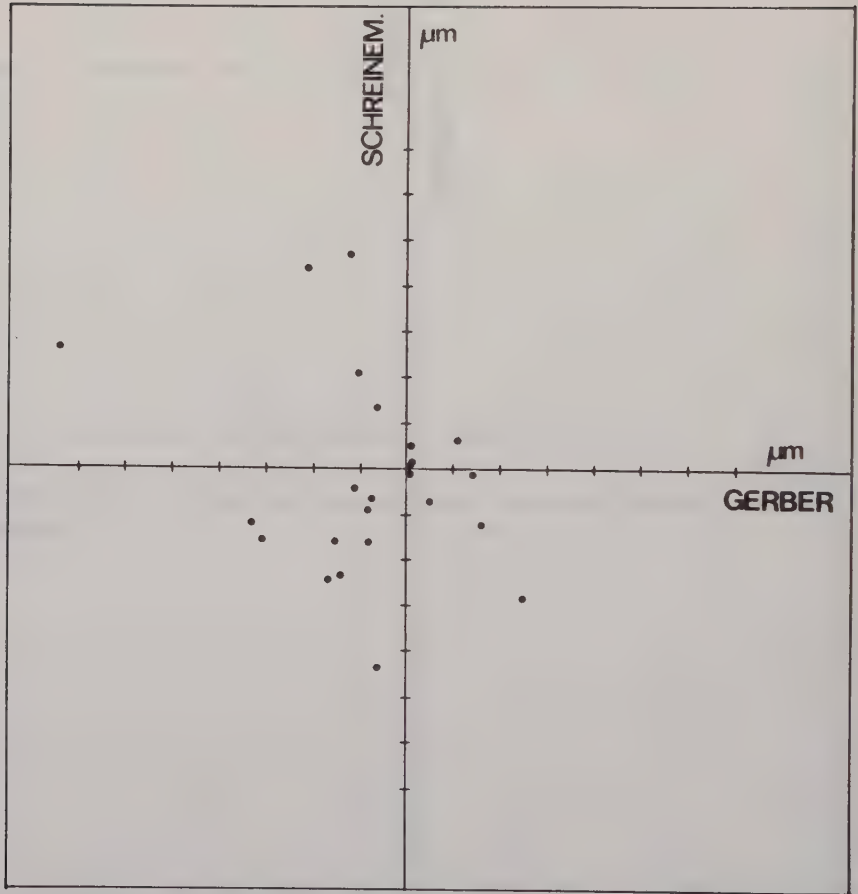


Abb. 22: Beziehungen der Relationsbestimmungen nach GERBER
und nach SCHREINEMAKERS zueinander

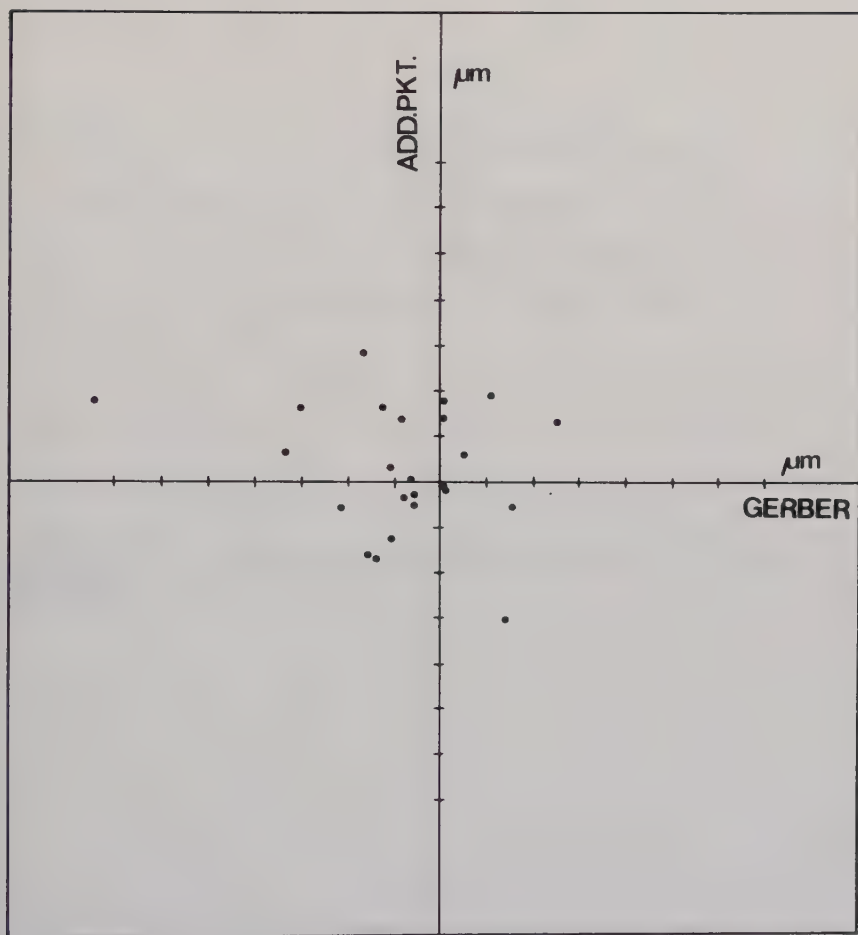


Abb. 23: Beziehungen der Relationsbestimmungen nach GERBER
und durch Aufzeichnen von Adduktionsbewegungen
zueinander

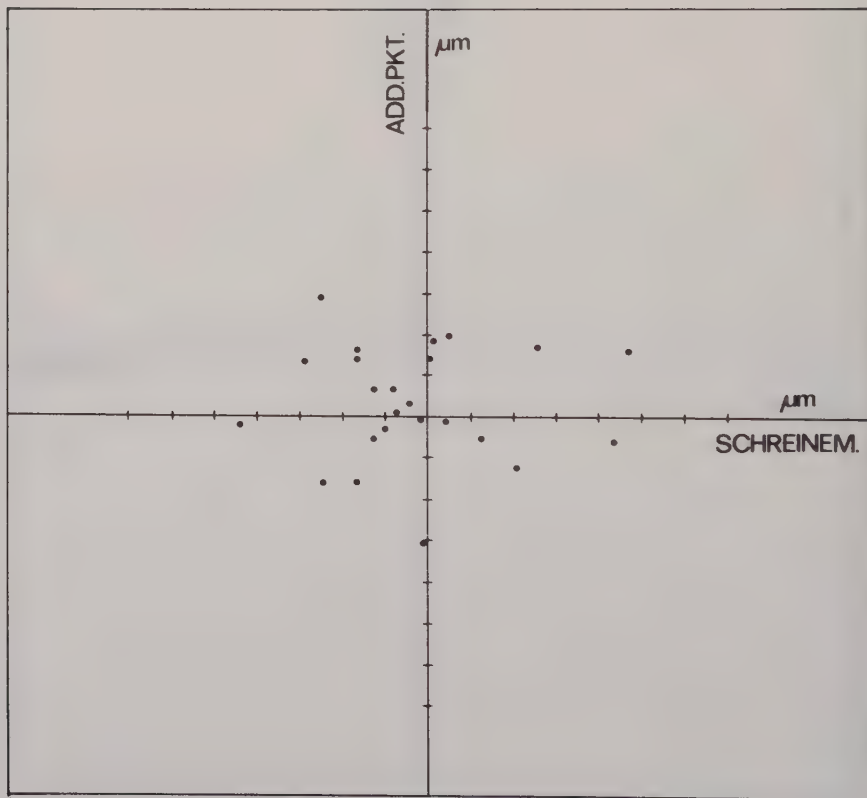


Abb. 24: Beziehungen der Relationsbestimmungen nach SCHREINEMAKERS und durch Aufzeichnen von Adduktionsbewegungen zueinander

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor
Dr. K. E i c h n e r für die freundliche Überlassung
des Themas und die großzügige und hilfreiche Unterstützung
meiner Arbeit danken.

Herrn Dr. S a u e r verdanke ich zahlreiche prakti-
sche Anregungen, die mir meine Arbeit erleichterten.

Ebenso gilt mein Dank den Herren Professoren

Dr. H a a s e und Dr. V i o h l sowie Herrn Professor

Dr. F u c h s, der mich bei der statistischen Auswertung
beriet.

Lebenslauf

Am 25. März 1949 wurde ich als Sohn des Universitätsbeamten Artur Husemann und seiner Ehefrau Rotraut geb. Brendicke in Berlin geboren. Nach Ablauf meiner Grundschulzeit besuchte ich die Vereinigte Georg-Herwegk und Hans-Thoma-Oberschule (6. O.W.Z.) in Berlin-Hermsdorf, wo ich am 6. März 1968 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1968/1969 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Freien Universität Berlin. Die naturwissenschaftliche Vorprüfung legte ich im Herbst 1969 ab, die zahnärztliche Vorprüfung im Frühjahr 1971. Am 1. März 1974 bestand ich die zahnärztliche Prüfung und erhielt am 15. März 1974 die Bestallung als Zahnarzt. Seit April 1974 bin ich als wissenschaftlicher Assistent in der Abteilung für klinische Prothetik der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin beschäftigt.

